Niveau(x) d'enseignement: 4
Centre d'intérêt: 072

Numéro EDUQ : 8370190

Cyr, Diane.

Essai de définition d'un modèle des fonctions psychologiques / Diane Cyr . -- [Saint-Lambert : Commission scolaire régionale de Chambly], Direction des services de recherche et de planification, 1979.
100 f. : ill. ; 28 cm.

En tête du titre: Programme 17002 (77-16), étude de style d'apprentissage des élèves québécois de niveau secondaire à partir de différents modèles. Titre de la couv.: Modèle des fonctions psychologiques. Publ. comme no 47, nov. 1979 de la revue Info-recherche.
Bibliogr.: f. 99-100.

Cote Dewey: 370.152/C997e

Cote LC: LB/1060

Descripteur(s): *Evaluation de l'étudiant *Théorie de l'apprentissage *Diagnostic *Test de diagnostic *Enseignement individualisé *Secondaire (Niveau)

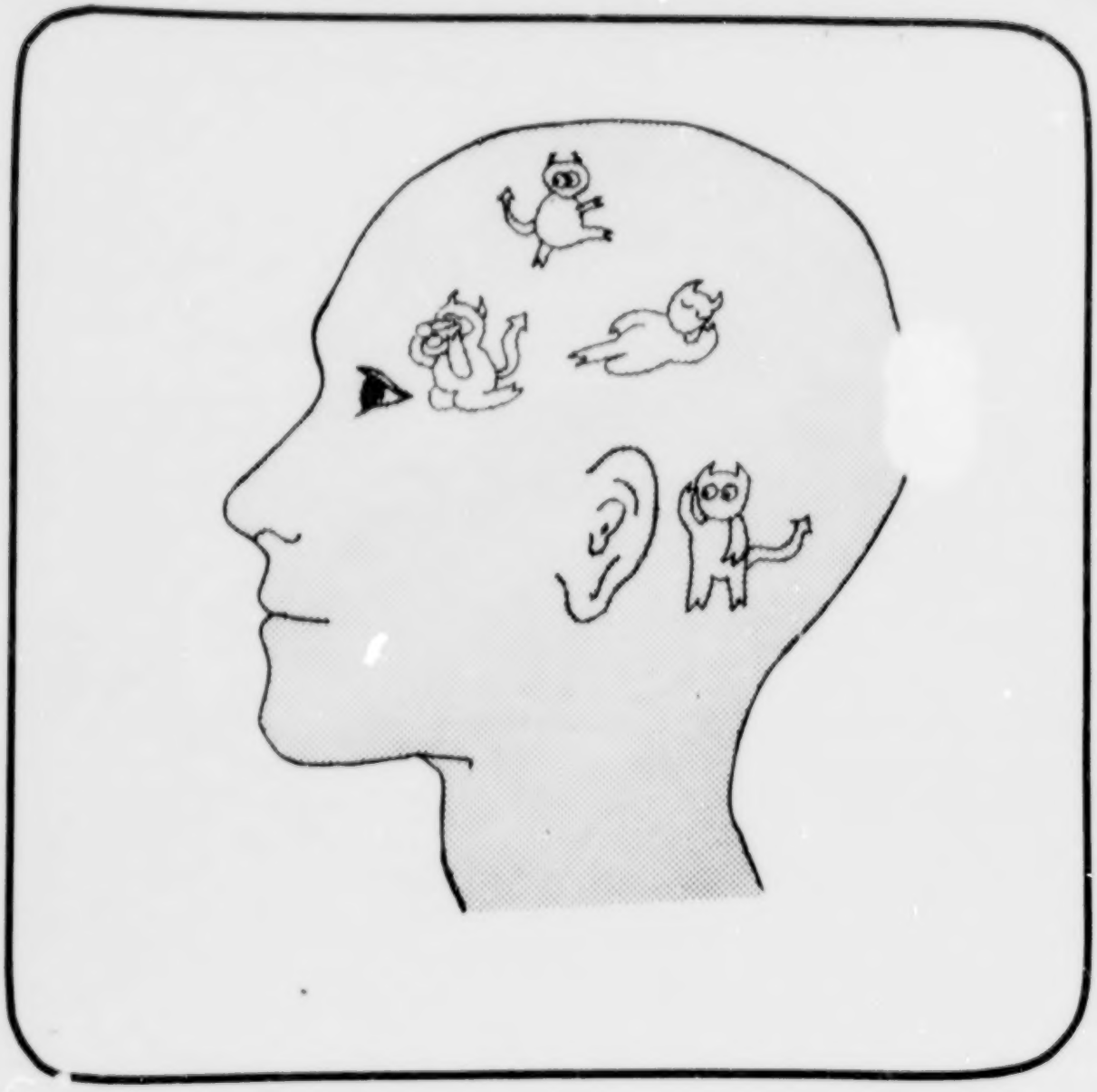
Identificateur(s) de sujet: *Fonction psychologique *Evaluation psychologique

Une revue des divers modèles décrivant le mode de fonctionnement d'un individu qui apprend amène l'auteur a définir le modèle des fonctions psychologiques le plus approprié au programme de recherche, qui porte sur un diagnostic éducatif pour les étudiants du niveau secondaire québécois. Ce modèle permettra de guider le choix des tests valides susceptibles de remplir un rôle diagnostique, et servira de cadre conceptuel à l'analyse des résultats des tests qui seront administrés à une clientèle d'élèves du secondaire IV, en 1978-1979. De plus, ce modèle débouche sur une nouvelle conception du diagnostic éducatif.

La première partie du document traite du cadre conceptuel, alors que la deuxième situe le diagnostic éducatif comme élément essentiel de l'individualisation de l'apprentissage. C'est la troisième partie qui décrit le modèle des fonctions psychologiques. Enfin la dernière partie propose une méthode de diagnostic éducatif.

Type de document: r
Financement: Bénéficiaire - Commission scolaire Chambly
Organisme(s) source(s) - MEQ-DGDP
Programme(s) de subvention - PARC
Auteur de l'analyse: jr

E D U Q 8370190



INFO-RECHERCHE n: 47

MODÈLE DES FONCTIONS PSYCHOLOGIQUES

DIRECTION DES SERVICES DE RECHERCHE ET DE PLANIFICATION

RESUME

UNE REVUE DES DIVERS MODELES DECRIVANT LE MODE DE FONCTIONNEMENT D'UN INDIVIDU QUI APPREND AMENE L'AUTEUR A DEFINIR LE MODELE DES FONCTIONS PSYCHOLOGIQUES LE PLUS APPROPRIE AU PROGRAMME DE RECHERCHE. CE MODELE PERMETTRA DE GUIDER LE CHOIX DES TESTS VALIDES SUSCEPTIBLES DE REMPLIR UN ROLE DIAGNOSTIQUE, ET SERVIRA DE CADRE CONCEPTUEL A L'ANALYSE DES RESULTATS DES TESTS QUI SERONT ADMINISTRES A UNE CLIENTELE D'ELEVES DU SECONDAIRE IV, EN 1978-79. DE PLUS, CE MODELE DEBOUCHE SUR UNE NOUVELLE CONCEPTION DU DIAGNOSTIC EDUCATIF.

PRIX $3,00

NOVEMBRE 1979

LE PROGRAMME DE RECHERCHE 77-16 EST REALISE GRACE A UNE SUBVENTION ACCORDEE PAR LE SERVICE DE RECHERCHE ET DE L'EXPERIMENTATION PEDAGOGIQUE DE LA DGDP (DIRECTION GENERALE DU DEVELOPPEMENT PEDAGOGIQUE) DU MINISTERE DE L'EDUCATION.

L'auteur désire exprimer ses remerciements à Lucie Trépanier qui a conçu la page couverture du présent document.

E D U Q 8370190

INFO-RECHERCHE n: 47

TITRE: Modèle des fonctions psychologiques

AUTEUR: Diane Cyr

SECRETAIRE: Sylvie Huckle

Novembre 1979

Les opinions émises dans les textes n'engagent que les auteurs et non l'Institution dont ils font partie.

L'INFO-RECHERCHE EST UNE REVUE MENSUELLE D'INFORMATION ET DE REFLEXION PUBLIEE PAR LA DIRECTION DES SERVICES DE RECHERCHE ET DE PLANIFICATION SOUS LA DIRECTION DE JAN PALKIEWICZ

DIRECTION DES SERVICES DE RECHERCHE ET DE PLANIFICATION

Programme 17002 (77-16)

ETUDE DE STYLE D'APPRENTISSAGE
DES ELEVES QUEBECOIS DE NIVEAU SECONDAIRE
A PARTIR DE DIFFERENTS MODELES

ESSAI DE DEFINITION D'UN MODELE DES FONCTIONS PSYCHOLOGIQUES

© Tous droits réservés
Novembre 1979

Diane Cyr
Assistante de recherche

PRESENTATION

Selon le modèle de validation d'un programme institutionnel que nous avons présenté dans l'Info-Recherche no 35, le diagnostic des élèves est associé au 7ième processus du cadre général intitulé Expérimentation. Dans ce contexte, le diagnostic sert à mesurer les caractéristiques socio-économiques et individuelles des élèves.

Etant donné que, durant la validation d'un programme institutionnel, la stratégie d'enseignement utilisée par le professeur, doit être analysée pour qu'on soit en mesure de l'identifier, il nous sera possible de trouver s'il peut y avoir adéquation entre les caractéristiques spécifiques à des groupes d'élèves et certains types de stratégies d'enseignement, en vue d'établir des protocoles de prescription de stratégies d'enseignement les plus appropriées, dans l'optique de l'individualisation de l'apprentissage.

Dans l'Info-Recherche no 37, Lucie Trépanier émettait l'opinion que ce type de diagnostic puisse aboutir à un cul-de-sac à cause du caractère empirique de la démarche utilisée et de l'absence d'un cadre conceptuel adéquat pour situer le rôle du diagnostic pouvant permettre de réaliser, effi-

cacement et de façon cohérente, l'individualisation de l'apprentissage ou l'enseignement personnalisé.

C'est pour combler cette lacune que nous avons entrepris le présent travail. Le modèle des fonctions psychologiques permettra de définir un cadre conceptuel adéquat pour le développement d'un diagnostic efficace et utile à l'éducation. Il permettra également de définir le rôle du diagnostic durant l'élaboration et l'utilisation de stratégie d'enseignement.

Michel L. Noiseux,
Conseiller pédagogique et
Coordonnateur des programmes
14001 (75-68) et 17002 (77-16)

TABLE DES MATIERES

Pages

INTRODUCTION 1

1. CADRE CONCEPTUEL 2

1.1 PSYCHOLOGIE ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE: ACCORD DE COOPERATION METHODOLOGIQUE 2

1.2 PAR DELA L'ORDINATEUR ET L'HOMME 5

2. INDIVIDUALISATION ET DIAGNOSTIC EDUCATIF 10

2.1 TYPES D'INDIVIDUALISATION 10

2.2 DEFINITION OPERATIONNALISEE DE L'INDIVIDUALISATION 12

2.3 MODELE INTEGRE D'INDIVIDUALISATION 12

3. MODELE DES FONCTIONS PSYCHOLOGIQUES 16

3.1 CHOIX DU MODELE 16

3.2 DESCRIPTION DU MODELE 20

3.2.1 La perception 20

3.2.1.1 Le pandemonium 20

3.2.1.2 Traitement dirigé-par-concept et traitement dirigé-par-données 23

3.2.1.3 Le tableau noir et le superviseur. 26

3.2.2 L'attention 31

3.2.2.1 Sélection du message 31

3.2.2.2 Les démons spécialistes et le superviseur 34

Pages

3.2.3 Registre d'information sensorielle, mémoire à court terme et mémoire à long terme..... 38

3.2.3.1 Les trois types de mémoire..... 39

3.2.3.1.1 Registre d'information sensorielle (RIS)..... 40

3.2.3.1.2 La mémoire à court terme (MCT)..... 42

3.2.3.1.3 La mémoire à long terme (MLT)..... 44

3.2.3.2 Utilisation de la mémoire..... 47

3.2.4 Représentation des connaissances..... 58

3.2.4.1 Représentation de l'information en mémoire à long terme..... 59

3.2.4.1.1 Représentation des concepts..... 59

3.2.4.1.2 Réseaux sémantiques.... 63

3.2.4.2 Comment communiquer une structure de connaissances..... 70

3.2.4.3 Un système permettant de comprendre le langage..... 75

3.2.5 La pensée..... 80

Pages

3.2.5.1 Les mécanismes d'entrée-sortie.... 81

3.2.5.2 Les processeurs..... 82

3.2.5.3 La mémoire..... 85

3.2.6 La motivation et les émotions..... 88

4. MODELE DE DIAGNOSTIC..... 94

4.1 L'ASPECT DYNAMIQUE DU DIAGNOSTIC EDUCATIF..... 94

4.2 SYSTEME DE CORRECTION D'ERREURS..... 95

5. BIBLIOGRAPHIE..... 99

TABLE DES FIGURES

Pages

1- Relation entre la psychologie et l'intelligence artificielle, et les théories psycho- informatiques de cognition..... 6

2- Modèle d'individualisation..... 16

3- Pandemonium et reconnaissance de forme..... 21

4- Influence du contexte dans l'analyse d'un signal visuel incomplet..... 25

5- Importance des attentes dans l'analyse d'un signal visuel incomplet: ceci représente un lévrier dans un parc..... 25

6- Le tableau noir et le superviseur..... 30

7- Attention sélective..... 33

8- Perception et attention..... 35

9- Les trois types de mémoire..... 39

10- Passage de l'information de MCT en MLT..... 48

11- Mécanismes d'utilisation de la mémoire..... 51

12- Définition d'un concept..... 61

13- Exemple de définition d'un concept..... 61

14- Illustration d'un réseau sémantique..... 64

15- Réseau sémantique représentant des concepts, des événements et des phrases..... 67

16- Fonctionnement du système d'interprétation..... 69

17- Communication d'une structure de connaissances..... 72

Pages

18- Exemple de communication inefficace..... 73

19- Pandemonium et compréhension du langage..... 79

20- Exemple de système de traitement d'information..... 82

21- Environnement et attentes dans la motivation: modèle de base..... 91

22- Aspect rétroactif du système motivationnel..... 93

23- HACKER, le modèle programmé de correction d'erreurs de Sussman (1973)..... 97

INTRODUCTION

Dans l'Info-Recherche no 37, Lucie Trépanier (1978) présentait un relevé de la littérature portant sur le diagnostic éducatif. A partir de cela, elle proposait deux façons d'aborder ce problème: l'élaboration d'un modèle des "fonctions psychologiques" permettant d'asseoir le diagnostic sur une base théorique solide et, parallèlement, la cueillette de données au moyen d'outils diagnostiques déjà disponibles et validés au Québec.

Dans le présent travail, nous tenterons de définir une base théorique pour le diagnostic, en le situant dans le cadre plus général de l'individualisation de l'apprentissage. De plus, le modèle des fonctions psychologiques permet une nouvelle conception du diagnostic. L'aspect expérimental de nos travaux est exposé dans l'Info-Recherche no 49.

1. CADRE CONCEPTUEL

1.1 PSYCHOLOGIE ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE: ACCORD DE COOPERATION METHODOLOGIQUE

Le domaine de recherche que nous nommerons ici la psycho-informatique touche en fait une pléiade de disciplines: psychologie, (surtout les sciences de la cognition*), intelligence artificielle, informatique, etc. Nous nous intéresserons surtout aux modèles psychologiques, laissant de côté l'aspect technique que constituent programmation, ordinateurs, et autre quincaillerie.

Comme le font remarquer Schlosberg et Woodworth (1971), les théories psychologiques, comme celles d'autres domaines, procèdent souvent par analogie. Descartes avait décrit l'homme comme étant un automate, guidé de façon mécanique par des fluides contenus dans des tubes. Les

---

* *Cognitive science*. On s'y intéresse à la résolution de problème, à la prise de décision, à la structure de la mémoire à long terme, etc.

associationnistes présentaient des modèles de l'association des idées qui correspondaient à la chimie de leur temps. Plus récemment, les behavioristes s'inspiraient des tableaux de distribution électriques. Aujourd'hui, nous disposons de l'ordinateur, qui donne lieu à des analogies très stimulantes.

Il ne faut cependant pas tomber dans le piège des comparaisons simplistes. Un circuit électrique n'est pas le décalque d'un circuit neuronique, et aucun ordinateur ne possède la puissance de traitement d'un cerveau humain. Pas encore, en tout cas. Les analogies intéressantes se situent plus au niveau du logiciel (mode de fonctionnement), qu'au niveau du matériel (support physique).

Clarifions tout de suite la question des transpositions automatiques des modes de fonctionnement de l'ordinateur à l'homme. On a souvent affirmé, et pas toujours à tort, que les modèles proposés par l'Intelligence Artificielle n'étaient que des artefacts de programmation,

sans valeur au-delà des limites de celle-ci (et surtout pas du point de vue du comportement humain).

Ceci dit, il faut faire la part des choses. D'une part, plusieurs travaux effectués dans ce domaine consistent à programmer des ordinateurs de façon à ce qu'ils puissent modeler le comportement humain. Pour réaliser de tels programmes, il faut d'abord élaborer des théories décrivant ces comportements; de plus, ces théories doivent être programmables, i.e., conçues en des termes "digestibles" par l'ordinateur. Le critère décisif, le test pour ces théories, est la compétence et l'efficacité des programmes qui leur sont associés, et non pas leur vraisemblance psychologique. C'est là la faiblesse majeure de l'Intelligence Artificielle, lorsqu'on essaie d'en appliquer les réalisations à la psychologie.

D'autre part, il ne faut pas perdre de vue que cette "faiblesse" peut aussi constituer un avantage. En effet, ces théories, de par leur but

ultime (la programmation), sont extrêmement précises, donc plus faciles à confirmer ou à infirmer. Evidemment, elles sont souvent encombrées de ces artefacts de programmation, mais il n'en découle pas automatiquement qu'elles ne sont pas applicables en psychologie et en éducation. De plus, le fait d'aborder les problèmes au moyen de paradigmes différents peut donner lieu à des intuitions intéressantes. Goldstein et Miller (1976) illustrent les relations qui devraient exister entre la psychologie et l'Intelligence Artificielle (figue 1). On comprend à l'aide de cette représentation d'où viennent les théories psycho-informatiques.

1.2 PAR DELA L'ORDINATEUR ET L'HOMME

Du point de vue épistémologique, cette alliance entre la psychologie et les sciences de l'ordinateur* repose sur un échange de concepts et de

---

* *Computer sciences*. Chez nos voisins les Américains, elles regroupent informatique, Intelligence Artificielle, technologie des ordinateurs, bref tout ce qui est relié aux ordinateurs.

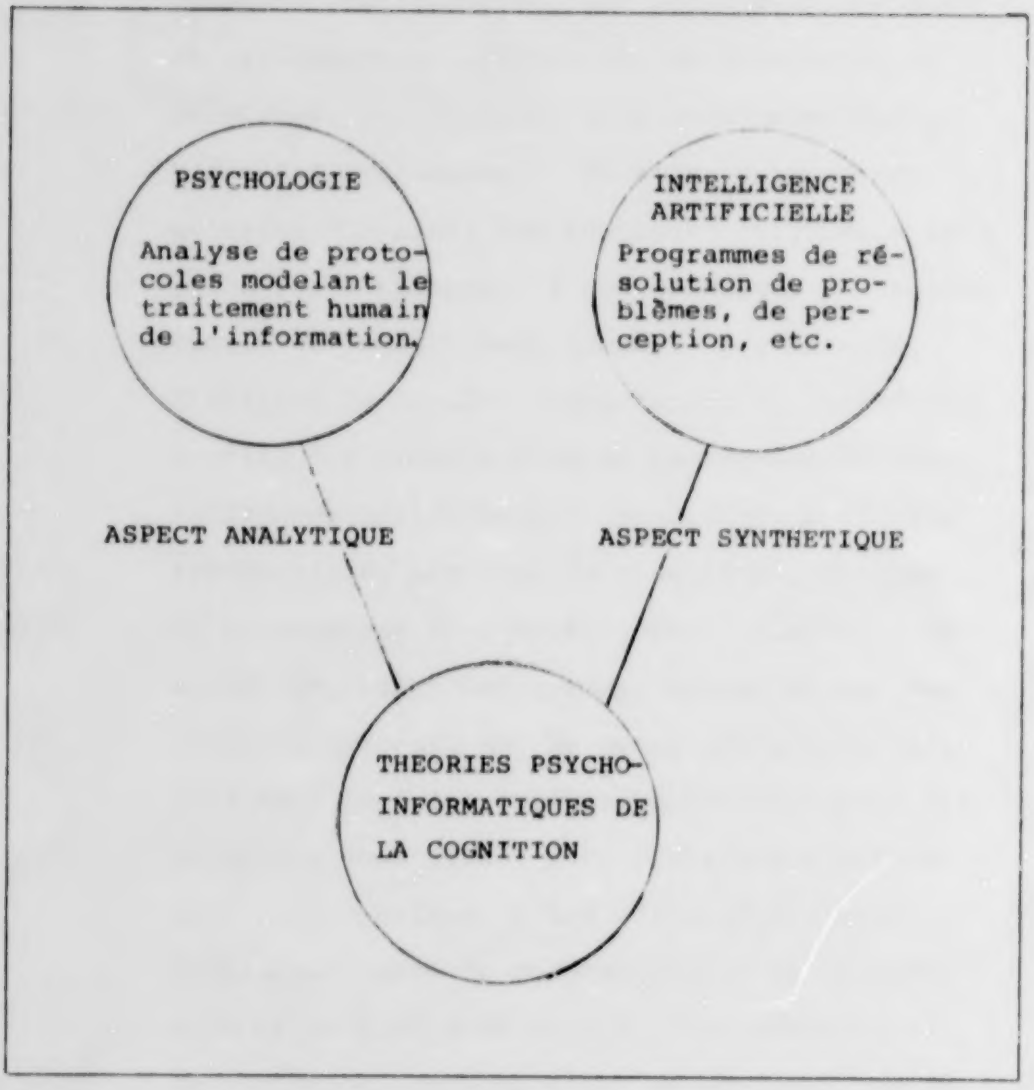


Figure 1 - Relation entre la psychologie et l'Intelligence Artificielle, et les théories psycho-informatiques de la cognition.

méthodes particuliers. Les notions de systèmes, de traitement d'information, de résolution de problèmes, par exemple, nous sont venues par le biais des ordinateurs. On s'est vite aperçu qu'elles donnaient des résultats fulgurants lorsqu'on les confrontait à nos problèmes d'interprétation du comportement humain. Nos méthodes d'analyse de ce même comportement ont grandement profité des importations en provenance de l'Intelligence Artificielle: analyse de protocole systématisée, méthodes de simulation, analyse de performance d'un modèle, etc. Plusieurs personnes emploient des termes, des méthodes, des concepts qui sont nés de cette nouvelle science sans même le faire délibérément, simplement parce qu'ils sont dans l'air. Cela donne évidemment lieu, parfois, à des déformations assez grotesques, mais le phénomène vaut qu'on tente de voir de plus près ce que nous, chercheurs en éducation, pouvons tirer de ce "bouillon de culture".

En fait, l'avantage principal des modèles psycho-informatiques tient au fait qu'ils permettent l'intégration de domaines de recherche jusqu'ici

divisés. La préoccupation de l'Intelligence Artificielle est de trouver des représentations des connaissances qui se prêtent à une intégration efficace à des systèmes de connaissances plus vastes.

L'approche psycho-informatique ouvre la voie à une vision unifiée de l'être humain (du moins en ce qui concerne son système cognitif), en considérant l'homme en tant que système de traitement d'information. En se fixant un cadre conceptuel commun pour l'étude des différents phénomènes cognitifs, on en arrive à éliminer l'obstacle qui a longtemps retardé les progrès de la psychologie et des sciences de l'éducation; j'ai nommé le "divisionisme". Nous possédions certaines données sur la perception, dont nous ne voyions pas l'effet sur le raisonnement; des données sur le conditionnement, qui n'expliquaient pas le langage, etc.

La psycho-informatique restitue à l'homme sa qualité de système complexe et hautement intégré, qui lui avait été retirée par la comparti-

mentation des sciences humaines.

Nous avons essayé dans ce bref aperçu, de donner une idée du climat, des concepts et des méthodes qui prévalent en psycho-informatique. Dans les sections qui suivent, nous aborderons l'individualisation de l'enseignement et le diagnostic de l'élève en tentant de montrer quelles applications nous pouvons en tirer.

Les modèles des fonctions psychologiques que nous étudierons sont intimement reliés, du point de vue conceptuel, à ce que nous avons présenté ici. Le mot clé est "système". Il est important de garder à l'esprit le but que nous poursuivons en abordant ces divers modèles: réaliser une intégration harmonieuse des différents aspects de l'individualisation de l'apprentissage.

2. INDIVIDUALISATION ET DIAGNOSTIC EDUCATIF

Nous présenterons dans cette section une approche possible à cet épineux problème: comment individualiser l'apprentissage. Nous verrons que le type de diagnostic est intimement lié à la réponse que nous apporterons à cette question. Avant de décrire un modèle possible de l'élève, nous ferons un bref survol des divers types d'individualisation qui existent.

2.1 TYPES D'INDIVIDUALISATION

Il y a plusieurs façons d'individualiser les apprentissages. Smith (1977) définit quatre types d'individualisation, selon que l'on tienne compte du rythme d'apprentissage, des contenus, des programmes d'études, ou des média. Voyons d'abord chacune de ces catégories.

Rythme individualisé

Dans ce type d'individualisation, on permet à l'élève de développer des habiletés à un rythme compatible avec sa capacité d'apprentissage;

des tests de connaissance peuvent être administrés par petits groupes ou de manière individuelle, de façon à répondre aux besoins des élèves au moment approprié, plutôt qu'à ceux de l'administration.

Contenu individualisé

Ici, les habiletés que l'élève doit acquérir sont basées sur son objectif de carrière. Les options de l'élève et/ou de l'institution sont déterminées par la fonction de travail ou la banque d'habiletés correspondantes.

Individualisation des moyen didactiques

On permet à l'élève de choisir parmi plusieurs types de matériel didactique utilisant divers média.

Programme d'études individualisé

Dans ce dernier cas, on administre aux élèves des tests de niveau scolaire afin de déterminer les habiletés acquises. L'élève apprend alors ce qui lui manque, et quitte le programme au moment où il a complété sa formation.

2.2 DEFINITION OPERATIONNALISEE DE L'INDIVIDUALISATION.

Noiseux et al. (1977) regroupent ces différentes facettes dans une définition opérationnalisée de l'individualisation:

> "... système (plan d'action composé d'opérations) permettant de choisir ou d'élaborer des objectifs (de contenu et pédagogiques) et des stratégies pédagogiques validées en fonction du milieu éducatif pour réaliser de façon adéquate l'harmonisation des éléments du modèle de la nature de l'apprentissage en prenant en considération les caractéristiques personnelles de chacun des élèves en terme de rythme, de style cognitif, d'orientation, de niveau de développement et d'expérience personnelle.
>
> Dans cette définition, les termes "objectifs" et "stratégies pédagogiques" sont reliés à la didactique; ceux de "validés" et de "façon adéquate" sont reliés à la docimologie, alors que celui de "caractéristiques personnelles" est relié au diagnostic éducatif". (p. 7)

Nous verrons maintenant un modèle qui pourrait servir de base à une telle individualisation.

2.3 MODELE INTEGRE D'INDIVIDUALISATION

Mitchell (1976) à élaboré un modèle servant à enseigner à des professeurs en formation le moy-

en de planifier leurs décisions du point de vue de l'organisation de leur enseignement. Ce modèle est intéressant pour nous du fait qu'il est décomposable dans les termes de la définition que nous avons présentée plus haut. Qui plus est, il nous montre comment les composantes diagnostic, didactique et docimologie peuvent s'intégrer dans un tout articulé.

EDSIM (le modèle) simule une classe pour laquelle le professeur doit planifier divers comportement pédagogiques*. L'entrée dans le modèle est une représentation de la planification du cours présenté aux élèves. La sortie est une appréciation de l'efficacité des décisions prises lors de la planification, en termes de succès de l'apprentissage des élèves. Le modèle calcule des coefficients pour chaque décision, et le professeur, tenant compte de ces coefficients, poursuit avec la planification du prochain cours.

---

* voir BACCANALE, Diane (1979), Analyse de l'enseignement. Planification, Info-Recherche no 43, Direction des Services de Recherche et Planification, C.S.R. de Chambly.

Dans ce modèle, la composante didactique est mise en évidence. La composante docimologie est passée sous silence, puisqu'on prend pour acquis que les comportements pédagogiques utilisés sont applicables à n'importe quel contenu. Par contre, la composante élève (qui touche le diagnostic) est isolée, mais non décrite du point de vue psychologique. En effet, le modèle n'applique pas les comportements planifiées à de vrais élèves (ou à un modèle d'iceux). C'est un modèle probabiliste (chaîne de Markov), i.e. présentant des probabilités diverses d'échec ou de réussite en réponse aux décisions pédagogiques du professeur.

Une approche intégrée de l'individualisation suggérerait que l'on utilise ce modèle, où les techniques d'enseignement sont relativement bien déterminées, et qu'on l'"équipe" d'une représentation de l'élève. Ainsi, en plus de l'efficacité de certaine planification *per se*, on pourrait étudier l'efficacité de techniques d'enseignement en fonction de certaines caractéristiques de l'élève. Cela re-

joint le modèle d'individualisation présenté par Noiseux (1977), qu'on retrouve à la figure 2.

L'aspect que nous tenons à souligner en présentant ces modèles est, tel que mentionné en 2, l'intégration des connaissances en un système complet permettant d'étudier tous les facteurs impliqués dans l'individualisation, le diagnostic éducatif et, par là, l'étude des caractéristiques individuelles des élèves.

Voyons maintenant comment fonctionne cet élève dont nous parlons.

3. MODELE DES FONCTIONS PSYCHOLOGIQUES

3.1 TYPE DE MODELE RETENU

Nous croyons essentiel de baser notre approche du diagnostic éducatif sur un modèle de fonctionnement de l'humain en situation d'apprentissage. Les sciences de l'éducation n'on pas cru pertinent, jusqu'ici, de se pencher sur cet aspect

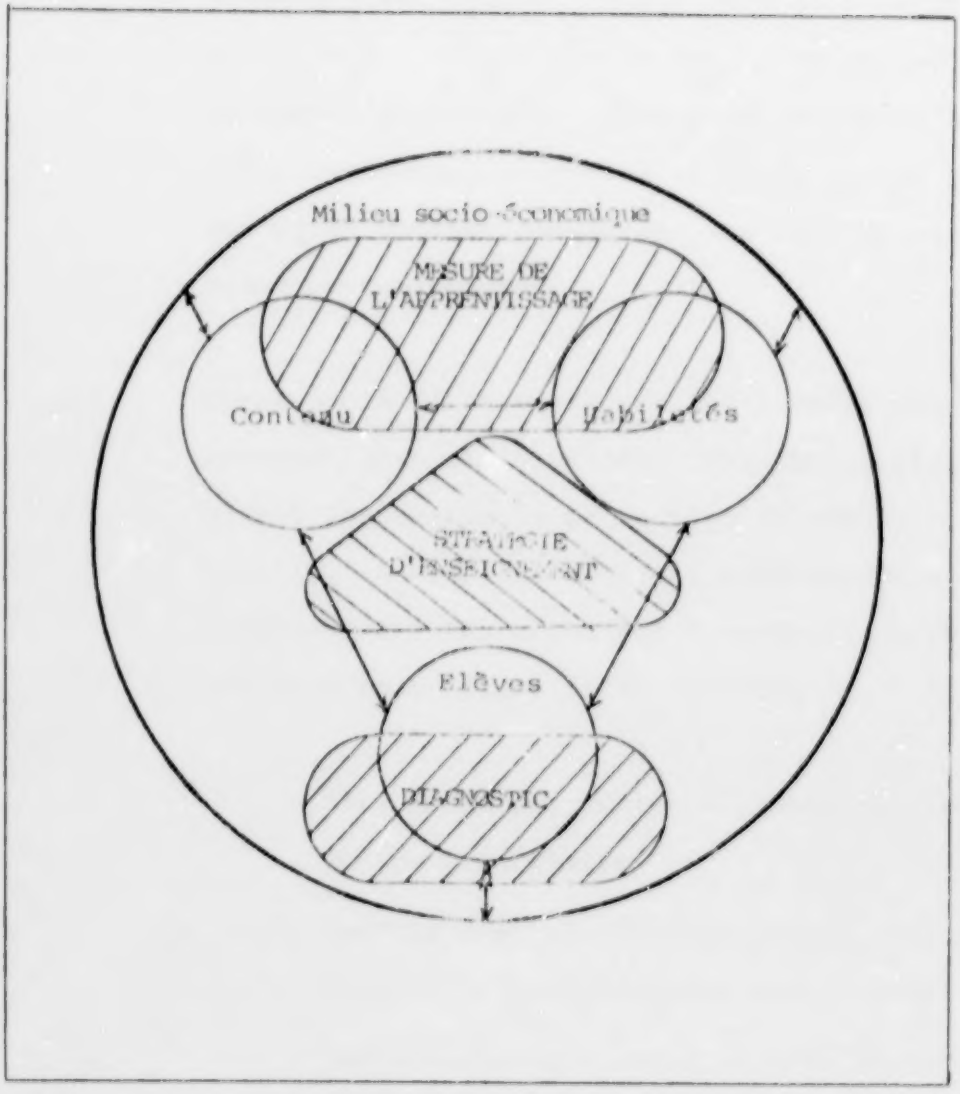


Figure 2 - Modèle d'individualisation

dynamique de l'élève. Notre but, dans le présent travail, n'est pas de tracer un portrait exhaustif de l'élève. Nous nous bornerons à présenter certains modèles proposés par la psychologie, modèles concernant les diverses fonctions psychologiques.

Notre choix s'est porté sur les modèles psycho-informatiques de la pensée. Nous avons déjà expliqué les avantages de ce type de théories (section 2). A cela, il convient d'ajouter que les modèles présentés répondent à certains critères que nous nous étions fixés, soient:

- être basés sur certains phénomènes observés en laboratoire
- fournir une hypothèse plausible, qui résiste à la confrontation avec la réalité
- pouvoir englober, dans le même formalisme, plusieurs champs de l'activité humaine (compatibilité des sous-modèles).

Les modèles psycho-informatiques présentés par Lindsay et Norman (1977) sont nés d'un besoin de mettre à jour les raisonnements qui sous-tendent les explications théoriques du comportement humain. Ils ont pour but de clarifier des concepts couramment utilisés aujourd'hui, et de révéler les faiblesses et les lignes de forces de notre conception des processus de la pensée. En tant que tels, ils ont été confrontés à de nombreux faits expérimentaux.

De ce fait, il existe une interaction étroite entre l'élaboration de ces modèles et leur mise à jour par des expériences en laboratoire.

Enfin, chacun des sous-systèmes que nous élaborerons participe au système global de traitement d'information, et est reconnu comme tel. C'est une vision élargie des phénomènes cognitifs, qui inclue la motivation, la personnalité, l'attention, la mémoire, et la résolution de problème.

Le modèle que nous avons retenu, donc, considère la personne comme un système de traitement d'information. Dans les termes de ce modèle, apprendre quelque chose correspond à intégrer une information à une structure qui existe en mémoire, et à utiliser cette information chaque fois que la situation l'exige.

Nous verrons comment l'information entre dans le système (sensation-perception), comment elle y est stockée (mémoire), comment elle est utilisée (résolution de problème), et quels sont les facteurs qui peuvent influencer ces processus (attention, motivation, émotion). La présentation de ces divers modèles ne peut se faire de façon linéaire, puisqu'ils sont hautement interreliés. Nous tenterons cependant d'en constituer une image relativement organisée! Les figures de la section 3.2 sont tirées de *Traitement d'information et comportement humain.* Dans chaque cas, on indique entre parenthèses la page concernée.

3.2 DESCRIPTION DU MODELE

3.2.1 La perception

Nous laisserons de côté l'aspect spécifiquement physiologique des diverses modalités sensorielles pour entrer de plein pied dans la partie cognitive de la perception: la reconnaissance de forme.

3.2.1.1 Le pandemonium

Le pandemonium est un système composé d'une succession de "démons", chacun responsable d'une tâche particulière. La figure 3 montre un tel système appliqué à la reconnaissance de forme, et illustre les différentes étapes de celle-ci.

Les premiers démons, ceux de l'image, ont le travail le plus facile. Il leur suffit d'enre-

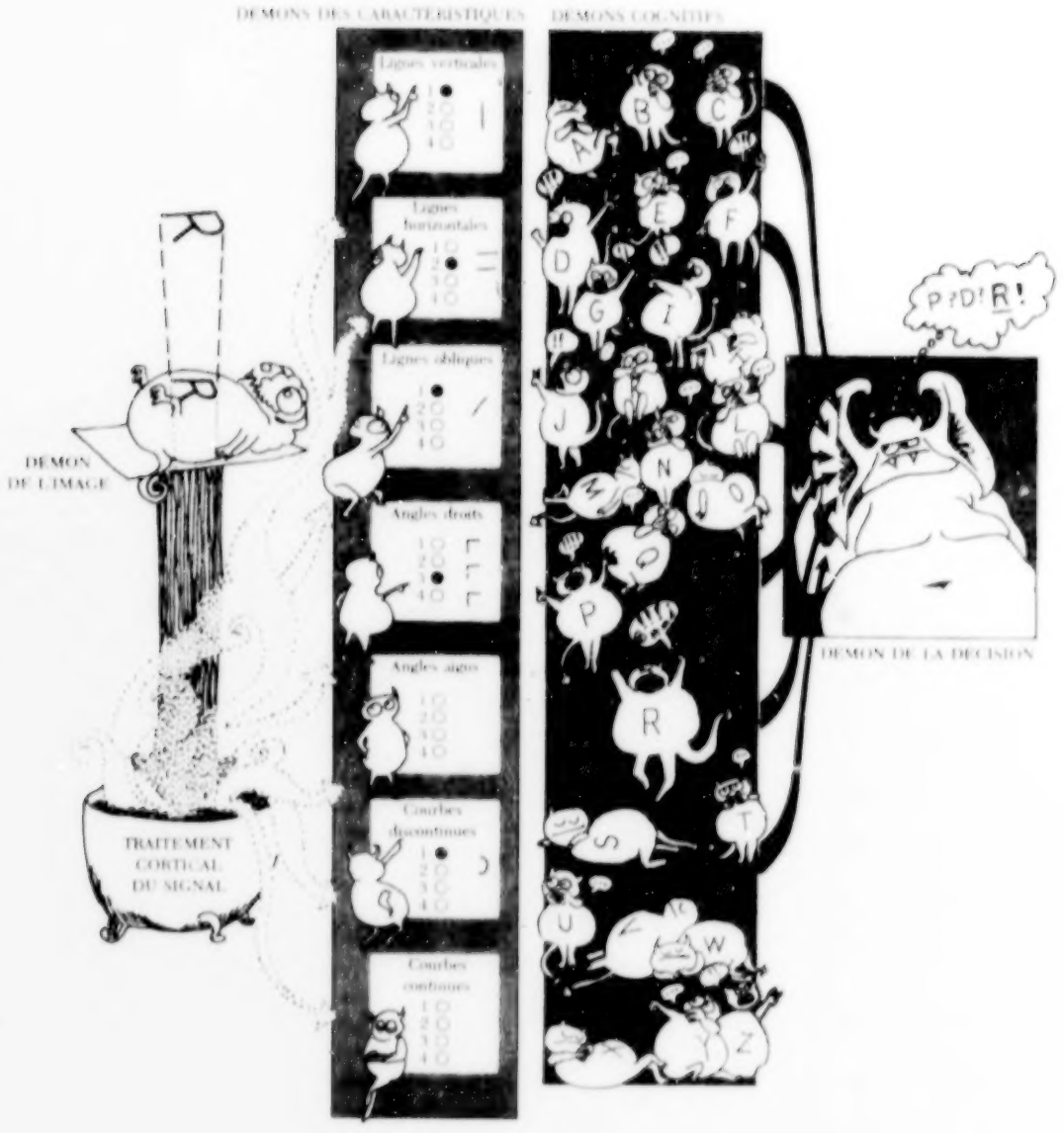


Figure 3 - Pandemonium et reconnaissance de forme (p. 266)

gistrer l'image du signal externe. Cette image est ensuite analysée par les démons des caractéristiques. Chacun de ces démons recherche une caractéristique particulière dans la configuration: une ligne droite, un angle, une courbe, etc. Les démons cognitifs surveillent les réponses des démons des caractéristiques. Chaque démon est responsable d'une configuration particulière. Ainsi, un démon cognitif sert à reconnaître un A, un autre un B, ainsi de suite.

Lorsqu'un démon cognitif trouve une caractéristique liée à la configuration dont il est responsable, il se met à crier. Plus il trouve de caractéristiques, plus il crie fort. A la fin de la chaîne, un démon

de décision écoute le pandemonium créé par les démons cognitifs. Il choisit le démon cognitif qui crie le plus fort comme étant la configuration la plus représentative de ce qui est présent dans l'environnement. Ici, c'est un R.

On peut penser qu'un tel modèle est applicable à n'importe quel type de perception. Il est à noter que ce type de modèle explique aussi certaines erreurs de perception. Par exemple, il est plus facile de confondre P et R que R et A.

3.2.1.2 Traitement dirigé-par-concept et traitement dirigé-par-données

La séquence d'opérations que nous venons de décrire consti-

tue un exemple de traitement dirigé-par-données. Le traitement procède de bas en haut, des niveaux élémentaires aux niveaux supérieurs. Mais il est des cas où ce type de traitement n'est pas suffisant: lorsque le message est confus, incomplet, ambigu. Les figures 4 et 5 nous donnent deux exemples de telles situations. Dans chaque cas, le contexte ou les attentes aident à interpréter un stimulus difficilement reconnaissable par lui-même. On parle alors de traitement dirigé-par-concept.

Ce dernier type de traitement est juste l'inverse du premier. Alors que celui-ci part d'un signal pour aboutir à une interprétation, celui-là part d'une connaissance générale

(a) TRAVAIL

(b) LE TRAVAIL DOIT ÊTRE FAIT

Figure 4 - Influence du contexte dans l'analyse d'un signal visuel incomplet. (p. 285)

R.C. James (photographe). Courtoisie du photographe.

Figure 5 - Importance des attentes dans l'analyse d'un signal visuel incomplet: ceci représente un lévrier dans un parc. (p. 298)

des événements dont nous faisons l'expérience pour en arriver à la reconnaissance d'un signal.

Le problème est le suivant: comment ces deux types de traitement de l'information sensorielle peuvent-ils s'effectuer de façon harmonieuse, sans entrer en conflit?

3.2.1.3 Le tableau noir et le superviseur

La solution à ce problème consiste à ajouter des démons à notre pandemonium, démons spécialisés pour le contexte, les attentes, les phrases, les groupes de mots. Il peut y avoir des démons de la syntaxe et de la sémantique, tout comme il y avait des démons des caractéristiques. En fait,

il n'est même plus nécessaire de distinguer les démons correspondant à un type de traitement de ceux correspondant à l'autre. Le problème qui se pose alors en est un de communication entre tous ces démons.

On peut imaginer que ce processus de communication se déroule sur un tableau noir central, auquel tous les démons ont accès. Chaque démon regarde le tableau en quête d'information qu'il peut analyser. Aussitôt qu'une information pertinente pour un démon particulier arrive sur le tableau, celui-ci se met au travail. Lorsque chaque démon complète sa tâche spécialisée, il écrit le résultat sur le tableau afin qu'il soit disponible pour un autre démon.

Avec tous ces démons qui courent partout, chacun exécutant une analyse particulière, chacun fouillant le tableau à la recherche de nouvelles informations ou y ajoutant le résultat de ses opérations, il devient nécessaire de trouver un moyen de superviser cette activité.

En effet, nos capacités de traitement sont limitées, de même que la taille du tableau noir (i.e. les mémoires sensorielle et à court terme). Ainsi, nous ajoutons un superviseur à notre système, qui conduit les démons spécialisés vers un effort de coopération. Le travail du système consiste à interpréter logiquement les signaux sensoriels qui arrivent, en utilisant toutes les sources d'in-

formation auxquelles il a accès. Le superviseur s'assure que les démons ne se nuisent pas entre eux, qu'une éventualité n'est pas négligée parce que le démon concerné est occupé ailleurs, ou que le tableau n'est pas rempli au point de perdre l'information pertinente.

Le démon de la supervision base ses décisions sur ce qu'il voit sur le tableau noir et sur la répartition de l'activité des démons spécialistes. En fait, ce démon n'est qu'un démon comme les autres, à cette exception près qu'il peut diriger l'activité de ses confrères.

La figure 6 montre le système du tableau noir en opération:

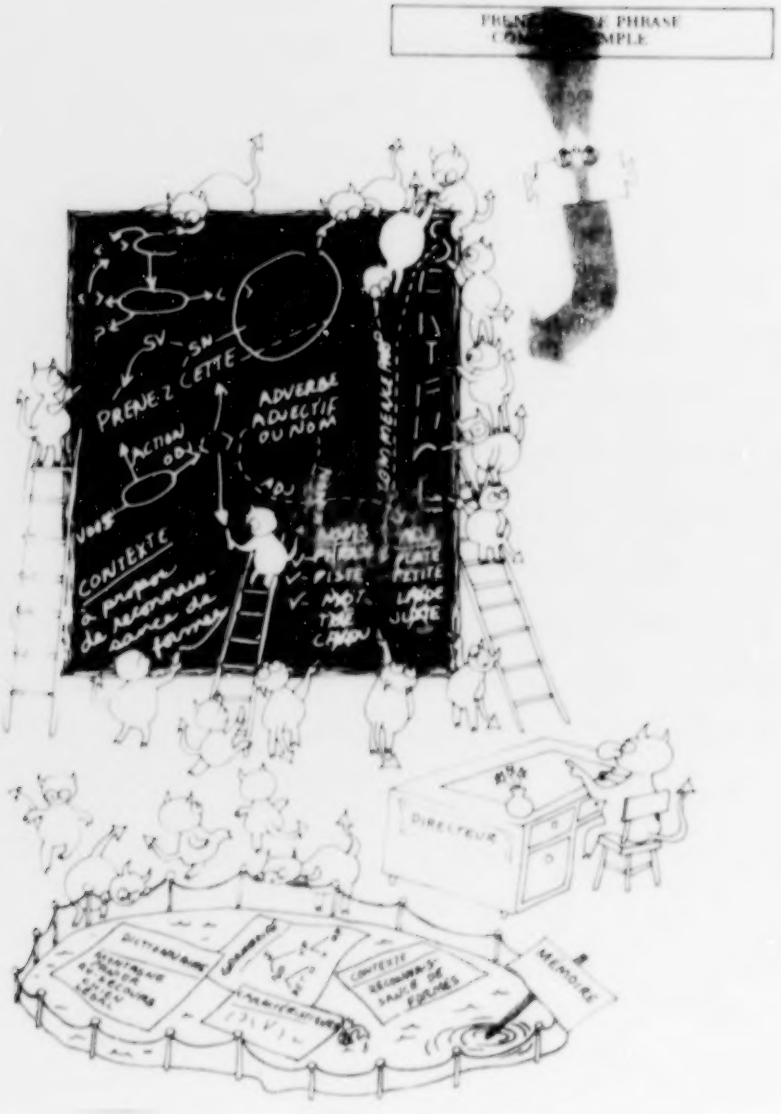


Figure 6 - Le tableau noir et le superviseur (p. 282)

il analyse une phrase. PRENEZ CETTE PHRASE COMME EXEMPLE.

Il nous reste un aspect important de la reconnaissance de forme à étudier: quel message sera analysé, à quel message accorderons-nous notre attention? Les données concernant l'attention sélective sont tout à fait compatibles avec notre modèle revisé, celui du tableau noir.

3.2.2 L'attention

3.2.2.1 Sélection du message

Il nous est possible de nous concentrer sur un message, à l'exclusion de toute autre stimulation sensorielle. Par exemple, nous sommes capables

de suivre une conversation dans une soirée particulièrement bruyante, sans porter attention aux autres conversations qui se déroulent entre d'autres personnes. Les caractéristiques physiques du message (la voix de la personne qui nous parle) peuvent être utilisées pour séparer le message pertinent du bruit environnant. Cependant, la situation n'est pas si simple. Il n'y a pas que les caractéristiques physiques qui comptent.

D'autre part, le message ignoré (bruit) ne l'est pas complètement. La position théorique la plus simple est la suivante: les signaux provenant de l'environnement traversent les systèmes sensoriels et les mécanis-

mes d'analyse qui s'y trouvent. Cela doit se passer ainsi puisque nous "entendons" les sons auxquels nous ne faisons pas attention, même si nous ne les comprenons pas. Cependant, il doit se trouver un commutateur, quelque part, qui laisse passer les signaux auxquels on souhaite porter attention et qui bloque le reste. C'est ce qu'on retrouve à la figure 7.

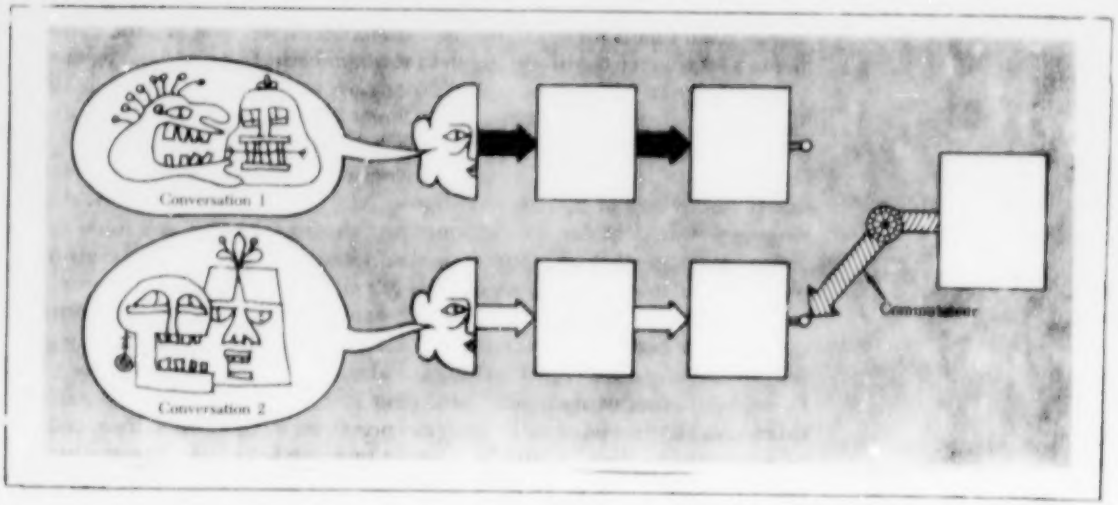


Figure 7 - Attention sélective (p. 289)

Il semble que l'information non pertinente subisse une certaine forme de traitement, mais pas aussi poussée que l'analyse de l'information pertinente. De plus, il nous est possible de changer l'objet de l'attention. Par exemple, même si vous êtes captivé par une émission de télévision, vous l'abandonnerez certainement si quelqu'un se met à crier "Au feu" près de vous.

Nous allons voir comment ces considérations se reflètent dans notre modèle de la perception.

3.2.2.2 Les démons spécialistes et le superviseur.

La figure 8 illustre le modèle final. Les démons spécialistes

Figure 8 - Perception et attention (p. 293)

travaillent d'arrache-pied à comprendre l'information sensorielle provenant de l'environnement. Les démons recherchent l'information pertinente, et ajoutent leurs analyses sur le tableau noir. Cependant, deux messages arrivent en même temps, de sorte que les démons sont divisés en deux groupes: certains s'occupent des caractéristiques véhiculées par la voix masculine, d'autres s'attachent à celles véhiculées par la voix féminine. Ainsi, une fois que les caractéristiques physiques du discours ont été analysées par les démons appropriés, il est possible de diriger les autres démons vers les caractéristiques rattachées seulement à la voix féminine. De cette façon, le démon de la super-

vision peut surveiller le tableau et faire en sorte que la plupart des démons spécialistes travaillent sur le discours considéré comme le plus pertinent. Cela permet de concentrer les analyses sémantiques et contextuelles sur ce discours.

On suppose que les démons spécialistes ne limitent pas leur attention à une seule section du tableau: ils surveillent l'ensemble de l'analyse. Ainsi, si la voix non pertinente produit un son pertinent à l'analyse principale, un démon spécialiste le relèvera. Malgré tout, cette analyse de la voix non pertinente ne sera pas poussée aussi loin que celle de la voix pertinente (voir figure 8).

Ce modèle incorpore donc l'attention à la perception (compatibilité des sous-systèmes). Il est à la fois dirigé-par-données et dirigé-par-concept. Les concepts introduits au cours de cette analyse seront utiles au cours de l'étude des phénomènes cognitifs plus évolués.

3.2.3 Registre d'information sensorielle, mémoire à court terme et mémoire à long terme.

Dans cette section, nous verrons les différences entre les trois types de mémoire et les caractéristiques principales de ces systèmes de stockage de l'information. Dans un deuxième temps, nous nous pencherons sur la manière dont l'information est intégrée à la mémoire à long terme et la manière dont celle-ci fonctionne lorsqu'elle doit répondre à des questions ou re-

trouver de vieux souvenirs.

3.2.3.1 Les trois types de mémoire

La mémoire n'est pas un bloc monolithique. On peut en différencier trois aspects. La figure 9 illustre ces trois systèmes.

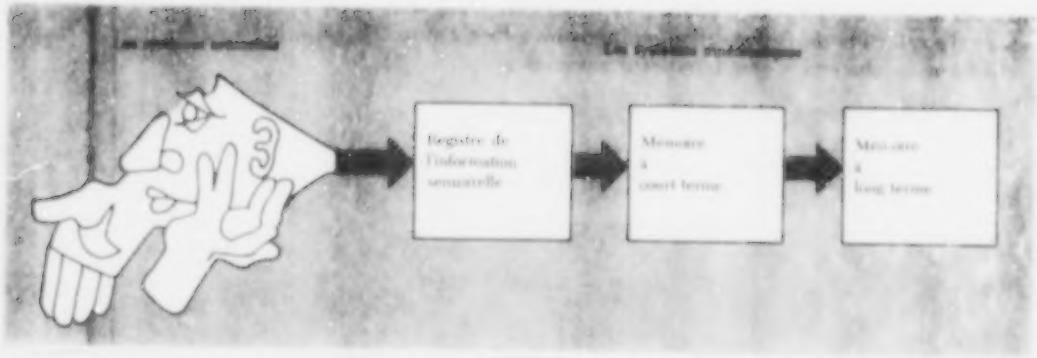


Figure 9 - Les trois types de mémoire (p. 304)

3.2.3.1.1 Registre d'information sensorielle (RIS)

Le premier aspect est surtout important en ce qui a trait aux opérations du traitement perceptuel de l'information. Il semble y avoir un système mnémonique qui maintient une image détaillée de l'information qui parvient à un organe sensoriel particulier. Ce système mnémonique s'appelle registre d'information sensorielle. Sa durée est assez courte: de 0,1 à 0,5 seconde.

Pour se donner une idée de cette durée, il suffit de fermer les yeux, de les ouvrir et de les refermer le plus vite possible. Il est à remarquer que l'image claire et bien définie que vous

avez retenue s'évanouit lentement.

Le travail qui consiste à extraire les caractéristiques d'un message sensoriel afin d'en déterminer le sens peut prendre un certain temps, plus de temps que ne le permet la durée du signal. Le système de stockage d'information sensorielle sert à donner aux systèmes d'extraction des caractéristiques et de reconnaissance de forme le temps de travailler sur les signaux arrivant aux organes sensoriels.

Non seulement le RIS semble conserver une bonne image des signaux sensoriels, mais il semble qu'il retienne plus d'information qu'il n'en sera utilisée dans les stades

ultérieurs du traitement de l'information. Mais il doit en être ainsi, puisque le système sensoriel ne possède aucun moyen de déterminer quelle partie de l'input* aura de l'importance pour les niveaux supérieurs de traitement. Seuls les systèmes qui reconnaissent et interprètent les signaux peuvent faire cela. Le SIS remplit donc sa fonction de manière optimale.

3.2.3.1.2 La mémoire à court terme (MCT)

La mémoire à court terme contient des formes différentes de matériel. Ici l'informa-

* Le terme "input", en français, réfère au contenu du message qui entre dans un système. Le terme anglais *input* réfère, selon le cas, au contenu ou mécanisme d'entrée du message.

tion retenue n'est pas une image complète des événements sensoriels. La mémoire à court terme semble plutôt retenir l'interprétation immédiate de ces événements. On peut retenir en MCT les derniers mots d'un phrase qu'on vient de lire ou d'entendre, ou un numéro de téléphone. Cependant, la capacité de cette mémoire est limitée. Seuls les cinq ou six derniers items présentés peuvent être retenus (7 ± 2 items).

La durée de cette trace mnémonique est relativement courte. Cependant, le matériel en MCT peut être maintenu indéfiniment, au moyen de l'auto-répétition. Mais il ne doit y avoir aucune interférence: aucune nouvelle infor-

mation ne doit être traitée pendant ce temps. (Rappelez-vous ce que vous faites lorsque vous cherchez un numéro de téléphone. Vous regardez dans l'annuaire, trouvez le numéro, et vous le répétez en vous-même jusqu'à ce que vous puissiez l'écrire ou le composer. Si vous devez faire autre chose entre-temps, c'est perdu.)

3.2.3.1.3 La mémoire à long terme (MLT)

Il y a une nette différence entre la mémoire des événements qui viennent de se produire, et la mémoire d'événements s'étant produits il y a longtemps. La première est directe et immédiate, alors que la seconde est tortueuse et lente. Les événements

qui viennent de se produire sont encore présents à notre esprit: ils n'ont jamais quitté notre conscience. Au contraire, on doit investir temps et efforts pour intégrer de nouvelles informations en MLT. Le rappel suit la même loi. Par exemple:

- Quels étaient les premiers mots de cette phrase? (MCT)
- Qu'avez-vous mangé pour dîner dimanche dernier? (MTL)

Alors que la capacité des registres d'information sensorielle et de la mémoire à court terme est limitée, celle de la mémoire à long terme semble n'avoir aucune limite (10^{11} neurones, chacun capable de stocker une quantité raisonnable d'information). Toute chose retenue

pendant plus de 10 minutes doit se trouver en MLT: toutes les expériences, toutes les règles du langage, etc. En fait, la plus grande partie de la psychologie expérimentale s'occupe des problèmes d'entrée, de maintien, d'extraction, et d'interprétation du matériel en MLT.

La difficulté principale consiste à en retirer l'information: la quantité d'informations stockées est tellement grande qu'il est étonnant qu'on puisse retrouver quoi que ce soit. Cependant, il est assez facile de retrouver les choses: même dans un acte aussi trivial que la lecture, la signification des symboles imprimés doit être

retrouvée au moyen d'un accès direct et immédiat à la mémoire à long terme. Ceci est relié à la structure de cette mémoire, structure que nous étudierons à la section 4.2.4 (représentation de la connaissance).

3.2.3.2 Utilisation de la mémoire

La figure 10 illustre la manière dont l'information passe de la mémoire à court terme à la mémoire à long terme. On voit que l'autorépétition permet de maintenir l'information en MCT, mais elle ne suffit pas à réaliser son passage en MLT. Les processus d'intégration sont à la base d'une telle transformation.

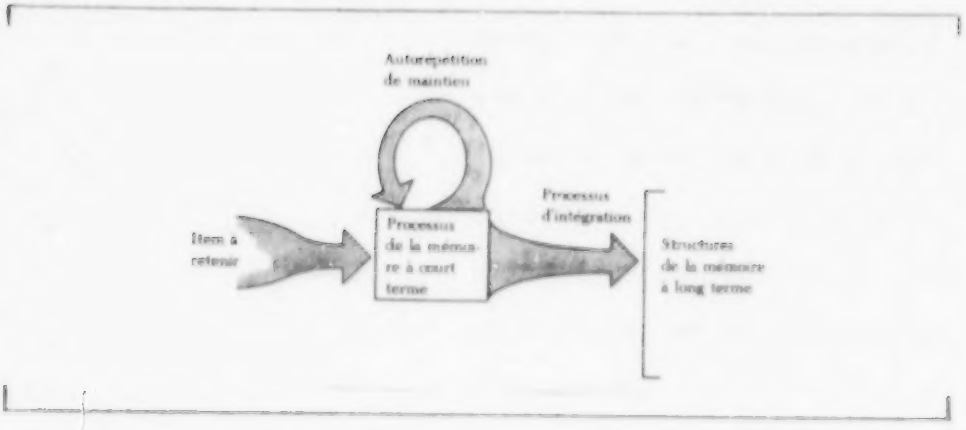


Figure 10 - Passage de l'information de MCT en MLT (p. 319)

Comme leur nom l'indique, ces processus ont pour fonction d'intégrer une nouvelle information à la structure qui existe déjà en MLT. Plus il y aura eu de traitement effectué sur un certain input, plus il sera facile à intégrer. C'est sur cette particularité que sont basés ce qu'on appelle les "trucs mnémoniques": méthode des loci, des associations, des mots clés, etc. Toutes ces méthodes consistent a créer un lien entre

le matériel à apprendre et des structures ou connaissances organisées, déjà intégrées en MLT. Nous verrons plus loin (section 4.5 et 4.5.2) comment se transmettent ces structures, et en quoi elles consistent.

L'autre côté de la médaille concerne le retrait de l'information contenue en mémoire. Une analyse de ces rappels indique que la plus grande partie du processus repose sur la logique et la reconstruction des souvenirs. Ainsi

> Dans la maison que vous habitiez avant celle qui a précédé celle-ci, la poignée de la porte d'entrée était-elle à gauche ou à droite?

Les choses dont nous nous rappelons sont organisées en structures complexes qui relient les

événement et les concepts dont nous avons fait l'expérience dans le passé. L'acte de se souvenir consiste en l'application systématique de règles permettant d'analyser cette information. L'étude de la mémoire à long terme, c'est bien plus que l'étude des manières dont nous nous rappelons les choses. C'est aussi l'étude des stratégies et des mécanismes de l'esprit qui guident la plus grande partie de notre comportement.

La figure 11 montre les mécanismes en jeu lors de l'utilisation de la mémoire à des fins de rappel. Trois aspects de ce processus sont à distinguer: l'"entrepôt d'information", les processus d'inter-

prétation qui travaillent sur ce bassin de données, et un moniteur qui surveille les opérations, et qui décide si elles sont productives ou non.

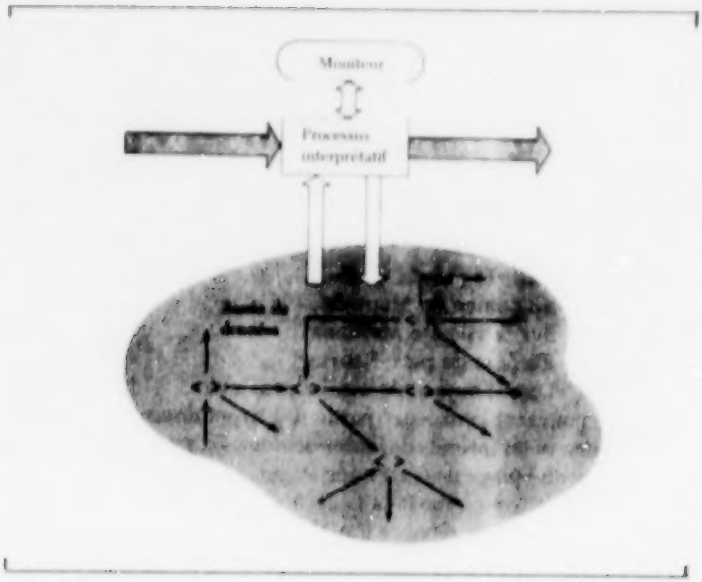


Figure 11 - Mécanismes d'utilisation de la mémoire (p. 365)

Il est à noter que ces mécanismes ont un rôle à jouer dans tout fonctionnement intellectuel: apprentissage et rappel, résolution de problème, prise de décision, etc.

Nous pouvons illustrer le rôle de ces mécanismes à l'aide d'exemples de questions.

Exemple 1: Où demeurez-vous?
Il y a plusieurs réponses possibles:

Au Canada
Au Québec
Sur la rive sud de Montréal
A Longueuil
A l'intersection de Chemin Chambly et Saint-Laurent
Dans l'immeuble à appartements avec des balcons enchassés dans la façade.

Ces réponses contiennent plusieurs hypothèses quant à la connaissance et aux intérêts de la personne qui pose la question. Supposons que vous soyez sur une plage de la Méditerrannée, et que la personne assise à côté de vous vous

Nous pouvons illustrer le rôle de ces mécanismes à l'aide d'exemples de questions.

Exemple 1: Où demeurez-vous?
Il y a plusieurs réponses possibles:

Au Canada
Au Québec
Sur la rive sud de Montréal
A Longueuil
A l'intersection de Chemin Chambly et Saint-Laurent
Dans l'immeuble à appartements avec des balcons enchassés dans la façade.

Ces réponses contiennent plusieurs hypothèses quant à la connaissance et aux intérêts de la personne qui pose la question. Supposons que vous soyez sur une plage de la Méditerrannée, et que la personne assise à côté de vous vous

pose la question avec un accent anglais très prononcé. La première réponse serait appropriée. Supposons que vous attendiez l'autobus juste à l'intersection des rue Chemin Chambly et Saint-Laurent. Vous donneriez probablement la dernière réponse. De plus, si vous aviez donné la première réponse dans cette situation, on vous aurait considéré comme une personne ... impolie!

Ce premier exemple illustre l'une des tâches du moniteur. Il ne suffit pas d'obtenir une réponse. Il faut aussi tenir compte du but de la conversation et de l'utilité de la réponse pour la personne qui pose la question.

Exemple 2: Où étiez-vous le soir du crime?

Supposons que vous soyez le criminel. Ici, la fonction du moniteur est assez évidente. Le criminel ne peut pas dire la vérité, il doit fabriquer une réponse. Mais cette fabrication doit revêtir une forme bien particulière. Elle doit être plausible, doit résister à une enquête approfondie, ne doit contredire aucune information que les autorités possèdent déjà, et ne doit pas révéler une trop grande connaissance du crime lui-même. Enfin, cette fabrication doit elle-même être gardée en mémoire, car elle devra sûrement servir encore.

Encore une fois, ceci démontre que le processus de sur-

veillance est toujours en action, qu'il s'agisse de sélectionner une réponse appropriée parmi un ensemble d'informations correctes, ou qu'il s'agisse de fabriquer une fausse réponse afin de cacher la vraie.

Exemple 3: Quel était le numéro de téléphone de Beethoven?

Vous répondrez sans doute que cette question n'a aucun sens, puisque Beethoven est mort avant que le téléphone n'ait été inventé. Mais qu'arrivet il si on vous pose la question sur quelqu'un qui possède un téléphone:

Quel était le numéro de téléphone de Michel Tremblay?
Quel est le numéro de téléphone de votre meilleur ami?
Quel est votre numéro de téléphone?

Le principe illustré ici est le suivant: lorsqu'on vous demande de vous rappeler quelque chose, vous ne cherchez pas à l'aveuglette dans le bassin de données. Le moniteur ordonne aux processus d'interprétation d'analyser la question afin de voir si vous avez des chances de trouver la réponse. Après cette analyse préliminaire vous pouvez décider de ne même pas essayer de trouver une réponse (parce que vous savez que vous ne possédez pas la réponse, ou parce qu'elle serait trop longue à trouver).

Ces exemple avaient pour but d'illustrer le principe suivant: lorsqu'on adresse une question à la mémoire, certaines procédures analysent

le message afin de déterminer si l'information pertinente existe, s'il est probable qu'elle ait été stockée, et si les efforts demandés, comparés aux chances de succès, valent la peine de tenter un rappel.

Il est certain qu'un tel système présente de grands avantages pour un système de mémoire aussi étendu que le nôtre. Il ne perd pas de temps à chercher des choses qu'il sait ne pas savoir. Il peut juger des coûts impliqués dans le rappel d'informations difficiles à récupérer. Bombardés continuellement par une foule d'informations sensorielles, il est important que nous sachions ce qui n'est pas connu, de sorte que nous puissions nous concentrer sur les aspects nouveaux, uniques,

importants des événements qui se produisent dans l'environnement.

3.2.4 Représentation des connaissances

Nous avons vu le rôle et le fonctionnement du moniteur et des mécanismes d'intégration. Nous nous tournons maintenant vers un sujet crucial: comment l'information est-elle représentée dans le bassin de données? Nous étudierons ici un modèle de représentation extrêmement puissant: les réseaux sémantiques.

Les connaissances d'un être humain sont relativement étendues, et elles semblent intimement interreliées. Ainsi, lorsque nous décrivons ces connaissances, les résultats peuvent sembler complexes. Mais il faut se rappeler que la réalité "est ainsi faite". Un autre avantage des réseaux séman-

tiques (inhérent à leur formalisme) est qu'ils peuvent être également utilisés pour décrire des concepts, des tâches, des stratégies de résolution de problème, des systèmes de compréhension du langage, des émotions, etc. Il nous est donc paru opportun de leur consacrer une section à part dans la description de la mémoire à long terme.

3.2.4.1 Représentation de l'information en mémoire à long terme

3.2.4.1.1 Représentation des concepts

La plupart des concepts que nous connaissons sont définis par rapport à d'autres concepts. Prenons l'exemple d'une définition de mot:

> bar: un établissement où on sert de la bière, du vin ou d'autres boissons alcoolisées.

Il suffit de s'être déjà frappé sur des concepts à définition circulaire (père, mère, fils, etc.) dans un dictionnaire pour comprendre la nature interreliée des concepts.

Ainsi, une part importante de la signification ou de la compréhension d'un concept doit être comprise dans ses relations avec les autres concepts en mémoire. Lorsqu'on examine la forme des définitions de concepts, un nombre restreint de relations semble dominer: la classe à laquelle le concept appartient, ses propriétés spécifiques, et des exemples de ce concept. La figure 12 résume schématiquement une telle définition.

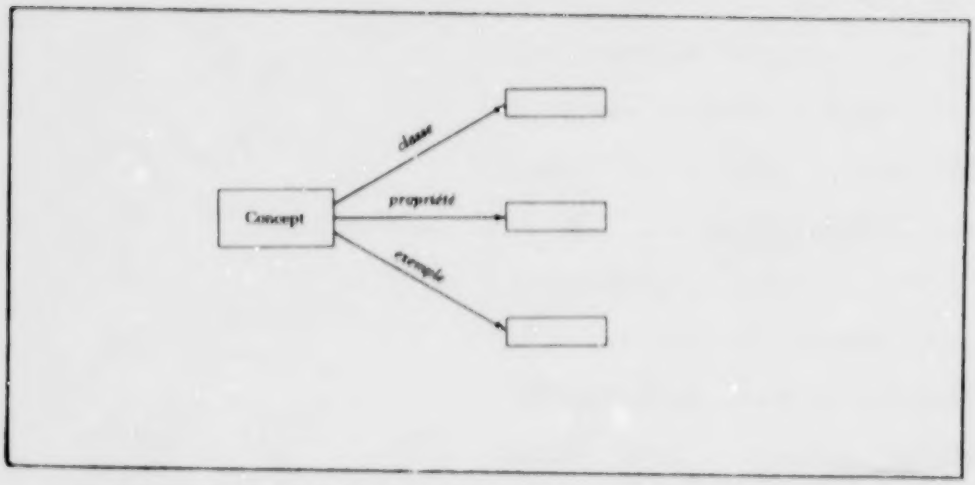


Figure 12 - Définition d'un concept (p. 381)

On peut remplir les espaces vides de la figure 12 avec la définition que nous avons donnée d'un bar. Cela donne la figure 13.

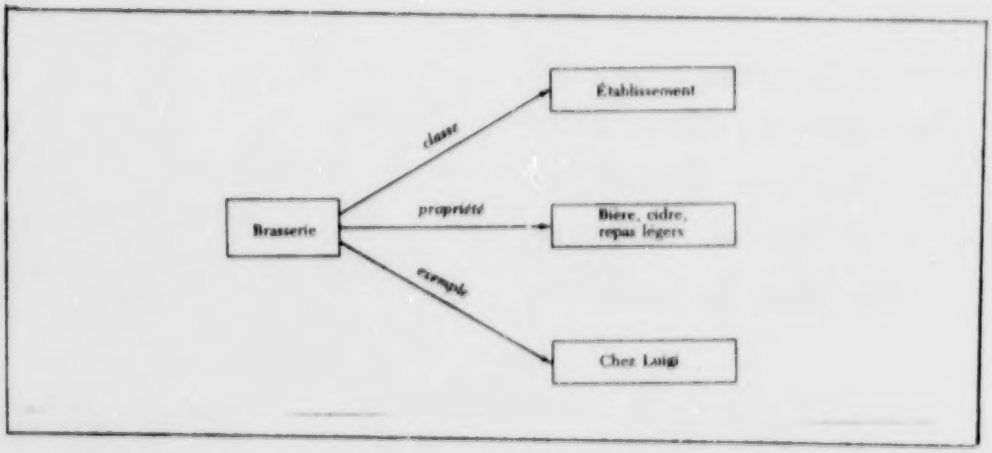


Figure 13 - Exemple de définition d'un concept (p. 382)

Donc, pour représenter les concepts en mémoire, ces diagrammes utilisent deux choses: des boîtes et des flèches. Les boîtes représentent les concepts. Il est à noter que les flèches possèdent deux caractéristiques: elles sont orientées, et elles possèdent des noms. Les mots utilisés dans la définition sont d'autres concepts, et ils peuvent être définis de la même façon. Il en résulte une structure interreliée qui n'est peut-être pas apparente dans les définitions du dictionnaire mais qui devient évidente lorsqu'on utilise une telle représentation graphique.

3.2.4.1.2 Réseaux sémantiques

La figure 14 montre un réseau sémantique; elle illustre les interconnexions entre des composantes sémantiques de la mémoire. Les chiffres (*113, etc.) servent à identifier les concepts. Ces réseaux sont composés de noeuds reliés par des pointeurs (relations définies). Il y a trois façons de représenter ces noeuds: des points noirs, des signes < > et des ovales. Elles correspondent respectivement à des concepts génériques, des exemples (cas particuliers) de ces concepts, et des propositions. Les relations entre les noeuds, comme dans le cas des concepts, sont notées par des flèches portant le nom de leur fonction.

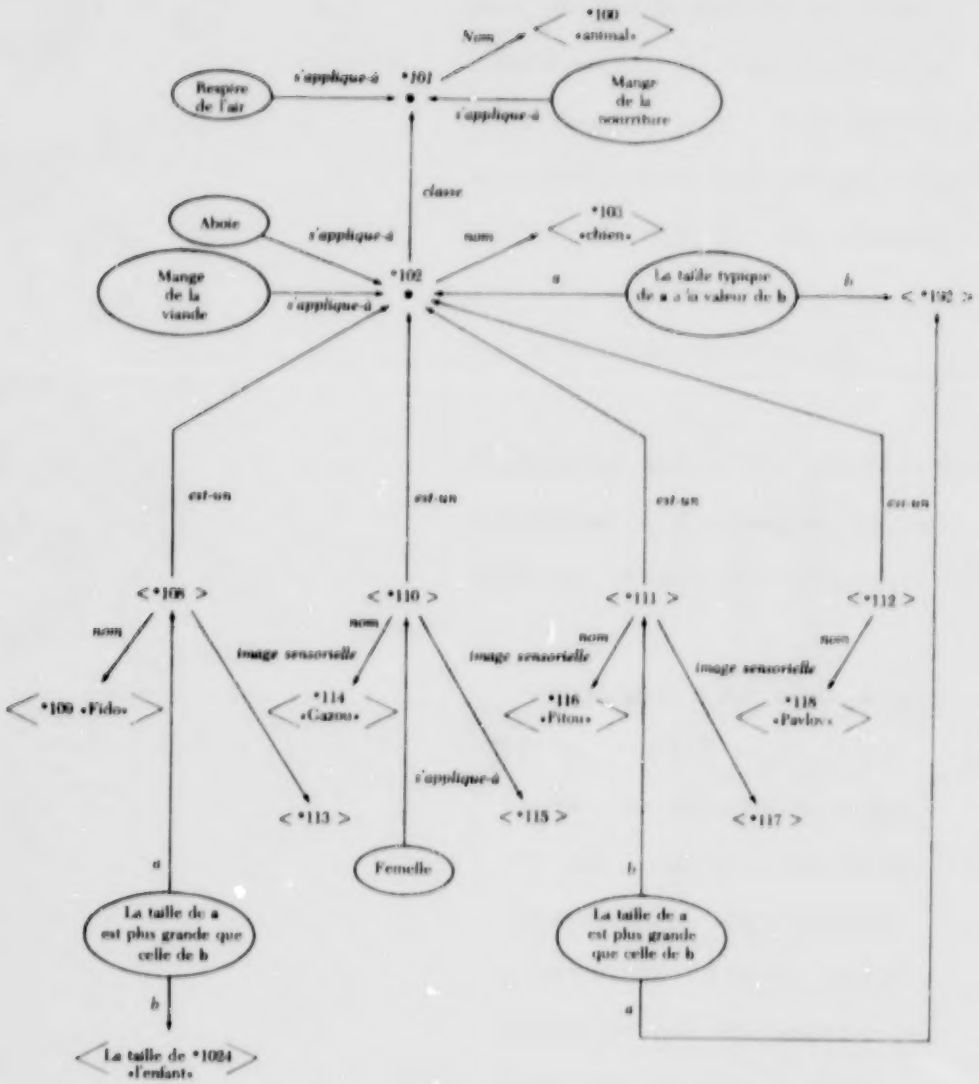


Figure 14- Illustration d'un réseau sémantique (p. 387)

Ces réseaux peuvent être étendus de sorte qu'ils puissent représenter des phrases, des événements, etc. Les principes demeurent les mêmes: il suffit de définir de nouvelles classes de concepts, et de nouvelles relations.

Supposons que l'on veuille représenter l'événement suivant dans un réseau sémantique:

> Quatre personne sont attablées chez Luigi.
> Louise et Robert boivent du vin. Marie aime Robert, mais Robert aime Louise.
> A un moment donné, Marie renverse son spaghetti sur Jean qui se met à crier après elle. Ceci provoque Fido, le chien d'un autre client, qui mord Jean.

La figure 15 illustre cette histoire, en plus des définition de certains des concepts utilisés pour la décrire.

On peut revoir notre définition du processus d'interprétation (section 4.2.3.2) en regard de cette représentation du bassin de données. Chaque fois qu'une question est posée, c'est le rôle du moniteur de guider le système d'interprétation dans son examen du bassin de données. Le moniteur met en place des stratégies qui seront utilisées pour obtenir l'information; le système d'interprétation s'occupe de l'examen des structures lui-même. Le système d'interprétation est au-dessus du bassin de données et le scrute en suivant les

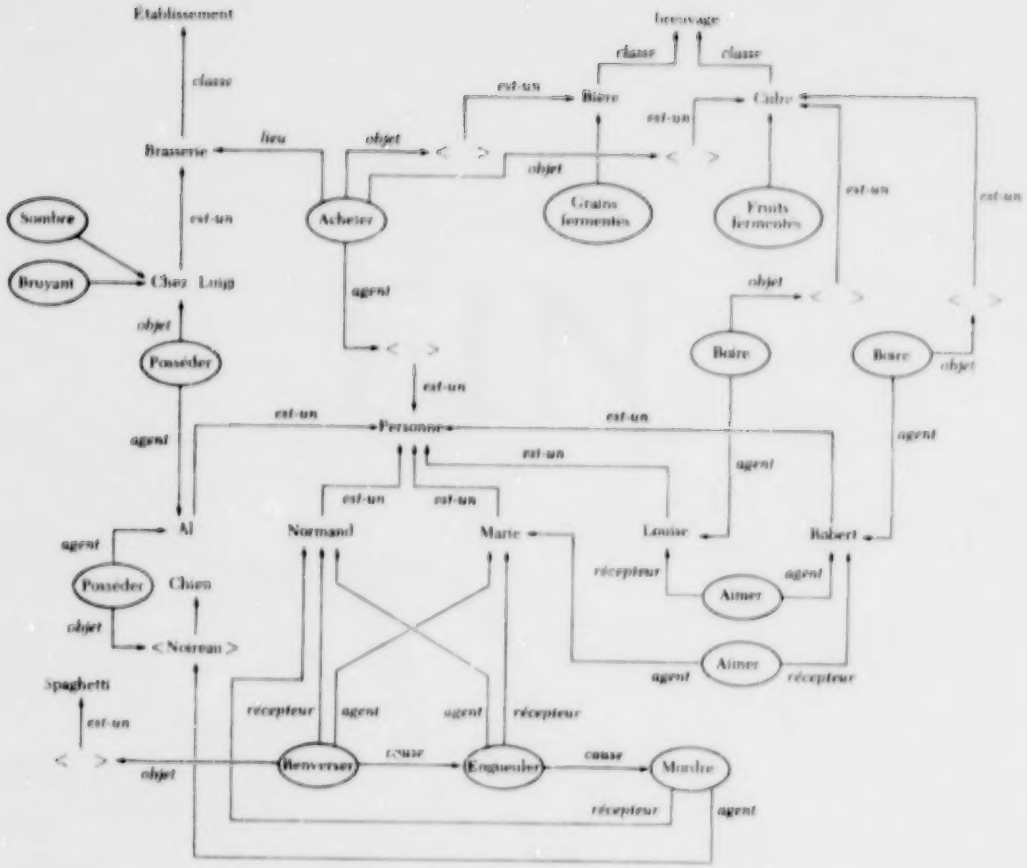


Figure 15- Réseau sémantique représentant des concepts, des événements, et des phrases (p. 396)

relations entre les noeuds.

Jusqu'à maintenant, nous avons représenté les réseaux de telle sorte qu'ils sont visibles en entier d'un seul coup. Il n'est pas difficile de voir comment les choses sont reliées. Mais il se peut qu'il n'en soit pas ainsi pour le système d'interprétation. On peut imaginer qu'il procède comme s'il éclairait le réseau avec une lampe de poche. La seule partie visible est celle éclairée par le faisceau de la lampe. La figure 16 illustre les différentes vues qu'il peut obtenir du bassin de données en fonction de l'étendue du faisceau lumineux (voir figure 16).

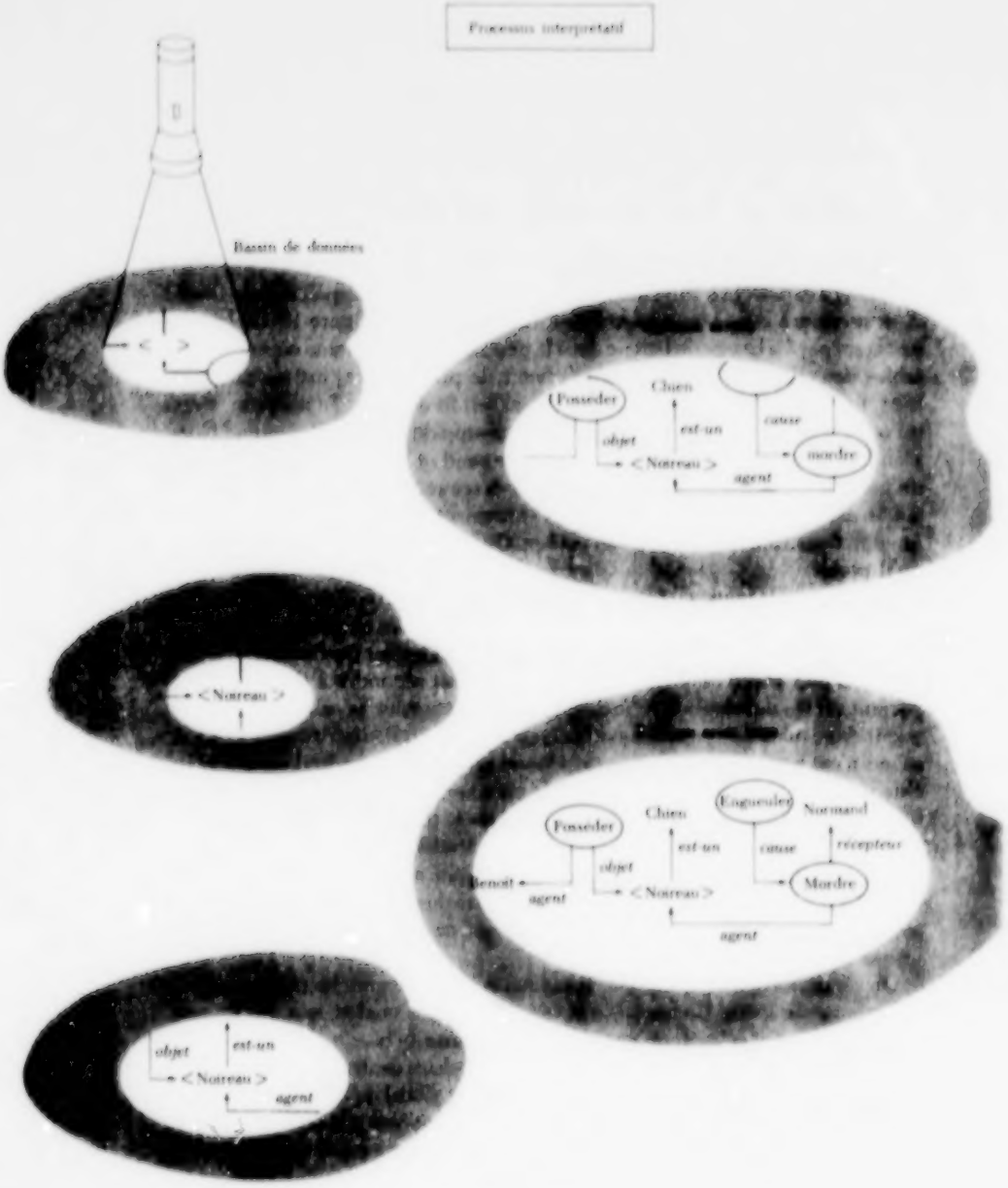


Figure 16 - Fonctionnement du système d'interprétation (p. 400)

Ainsi, dépendant de l'information recherchée, du niveau de détails, etc., la portion du réseau examinée par le système d'interprétation sera différente.

3.2.4.2 Comment communiquer une structure de connaissances

Lorsque les gens parlent entre eux, ils partagent des idées. On communique en bâtissant à partir de structures communes, en ajoutant de l'information nouvelle, mais reliée à ce qui est déjà connu. La communication est un sentier qui passe entre la répétition de ce qu'on sait déjà et l'énoncé d'idées tellement nouvelles que les auditeurs n'on aucun moyen de l'incorporer à leurs structures de connaissances. Les pro-

fesseurs savent que ce sentier est très étroit, et que la communication, si elle s'en écarte, peut être frustrante (voir figure 17).

La clé d'une communication efficace est facile à trouver: Il suffit de tenir compte de la structure de connaissances de l'auditeur, et de faire en sorte que le message se raccroche au moins à certains noeuds de son réseau. Il faut surtout éviter les situations telles que celle illustrée par la figure 18. Il faut doser l'information nouvelle et... commencer par le commencement!

Il est tentant de considérer l'apprentissage sous le même angle que la communication que nous venons de décrire. Les mêmes règles semblent s'appli-

Figure 17 - Communication d'une structure de connaissances (p. 462)

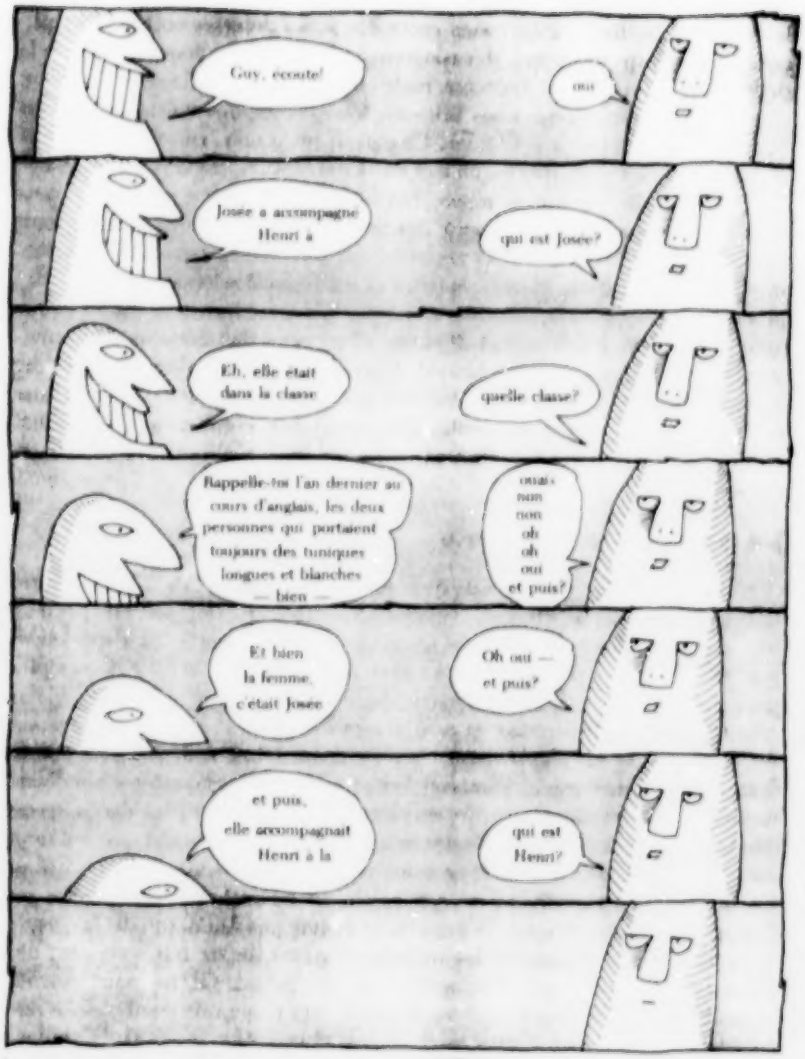


Figure 18 - Exemple de communication inefficace (p. 475)

quer:

1) Une connaissance nouvelle doit être bien intégrée dans les structures qui contiennent les connaissances déjà acquises.

2) Avant qu'une connaissance donnée ne puisse être acquise, il doit exister en mémoire un ensemble pertinent de structures et de connaissances de base.

On pourrait même comparer les différents niveaux de spécialisation dans les apprentissages aux différents champs de lumière de la figure 16. Chose certaine, cette conception de la structure des connaissances s'avère des plus prolifique du point de vue des explications sur les comportements d'apprentissage.

3.2.4.3 Un système permettant de comprendre le langage

Mais revenons à nos démons! Comment pouvons-nous intégrer ce que nous avons appris de la structure des connaissances en mémoire à ce système que nous avions édifié pour la perception et l'attention (section 4.2.1.3)? Comment ce nouveau système se comporterait-il s'il devait, par exemple, décortiquer et comprendre une phrase?

Rappelons d'abord en quoi consiste un pandemonium. Chaque démon sert à accomplir une opération particulière. Un démon a une tâche définie, et il s'assoit en attendant une occasion de faire son travail. Chaque fois qu'il voit un ensemble de

conditions appropriées, il fait son boulot. Il signale son activité soit en attirant l'attention des autres démons, soit en leur envoyant ses résultats; les autres doivent alors, à leur tour, décider s'ils doivent agir ou non. Nous illustrons cet envoi de données en montrant les démons qui les transcrivent sur un tableau noir, visible par tous. Il n'y a rien de mystique dans cette démonologie! Les démons ne sont là que pour représenter des opérations simples.

Donc, les différents démons se spécialisent dans l'accomplissement de différentes tâches. Il y a des démons pour:

. les mots (autobus, cheval, le, précaution),

. les classe grammaticales (déterminant, nom, pronom),

. les composantes d'une phrase (syntagme nominal, verbal, etc.).

De plus, certains démons s'occupent de situations grammaticales particulières. D'autres se spécialisent dans la signification, cherchant dans le bassin de données les implications de ce qui entre dans le système. Enfin, d'autres démons s'occupent du côté perceptuel, analysant les caractéristiques de l'input et fournissant ces données aux autres démons.

Prenons un exemple de phrase:

Jule joue la sonate avec facilité.

et suivons l'analyse montrée à la figure 19. Lorsque les démons impliqués dans les mécanismes du langage entendent le mot "Jules", ils l'identifient comme étant un nom propre de personne. Supposons que Jules soit un ami, une personne connue. Les démons peuvent alors trouver la structure en mémoire qui correspond à Jules, une étape importante dans la découverte du sens de la phrase.

Le deuxième mot est "Joue". La confusion avec le nom de même consonnance est évitée par le biais du contexte (traitement dirigé-par-concept). L'analyse procède ainsi, d'un mot à l'autre, en tenant compte de ce que certains démons ont déjà trouvé, de ce que d'autres génèrent comme attentes,

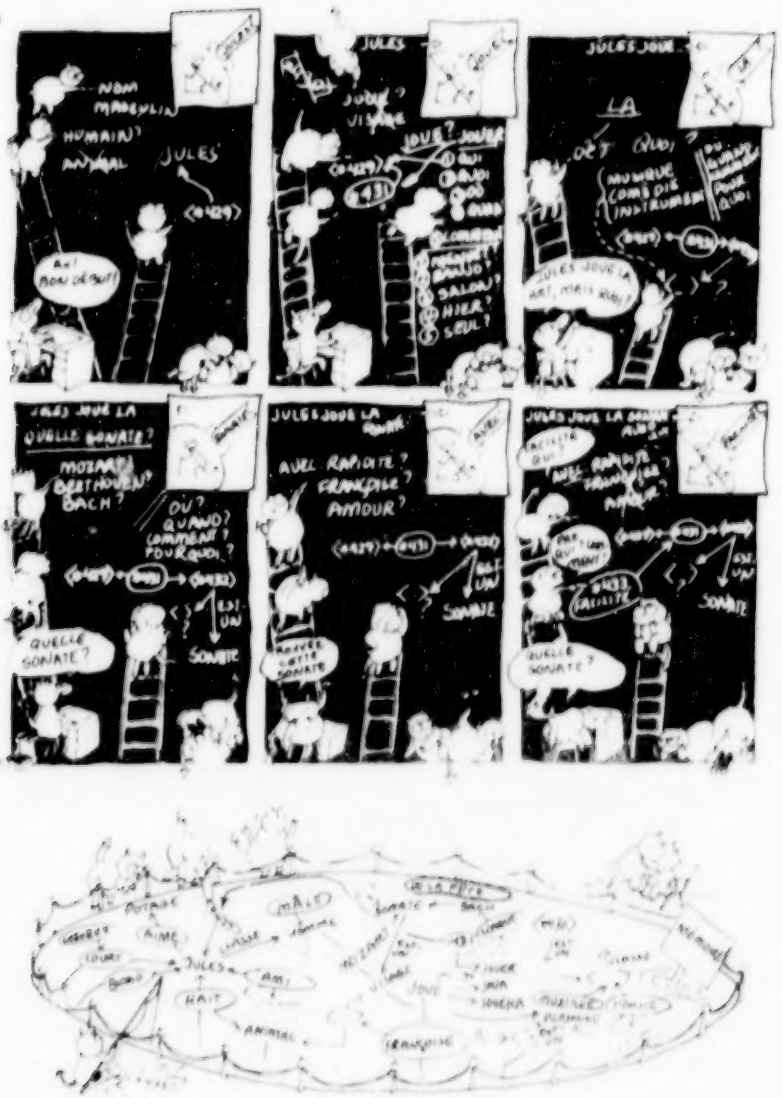


Figure 19 - Pandemonium et compréhension du langage (p. 485)

et de ce que d'autres encore pigent dans la mémoire, etc..

On voit qu'une conception adéquate (au plan théorique) de la mémoire permet de rejoindre des phénomènes très complexes, tels la compréhension du langage. C'est ce qui fait de la mémoire un sujet si importan: dans l'étude des processus supérieurs de la pensée.

3.2.5 La pensée

Nous avons analysé, jusqu'à présent, les composantes de base de la pensée: les processus perceptuels, la reconnaissance de forme, l'attention, la mémoire, le langage. Cependant, il nous manque encore beaucoup trop d'informations pour que nous puissions déjà faire des affirmations catégoriques concernant

le système global que constitue l'esprit humain.

Nous pouvons cependant explorer cette avenue qui consiste à considérer la pensée comme un traitement d'information. La figure 20 nous montre un système de traitement d'information (rudimentaire) qui pourrait se révéler prometteur. Ce système comporte trois composantes principales.

3.2.5.1 Les mécanismes d'entrée-sortie

Ces mécanismes comprennent les processus d'analyse sensorielle ainsi que les composantes motrices du comportement. Ils ne se limitent cependant pas à cela.

En effet, comme nous l'avons vu pour les démons, l'entrée et la sortie d'une opération

peuvent être à l'intérieur du système. Celui-ci peut travailler sur lui- même, sans lien nécessaire avec l'environnement.

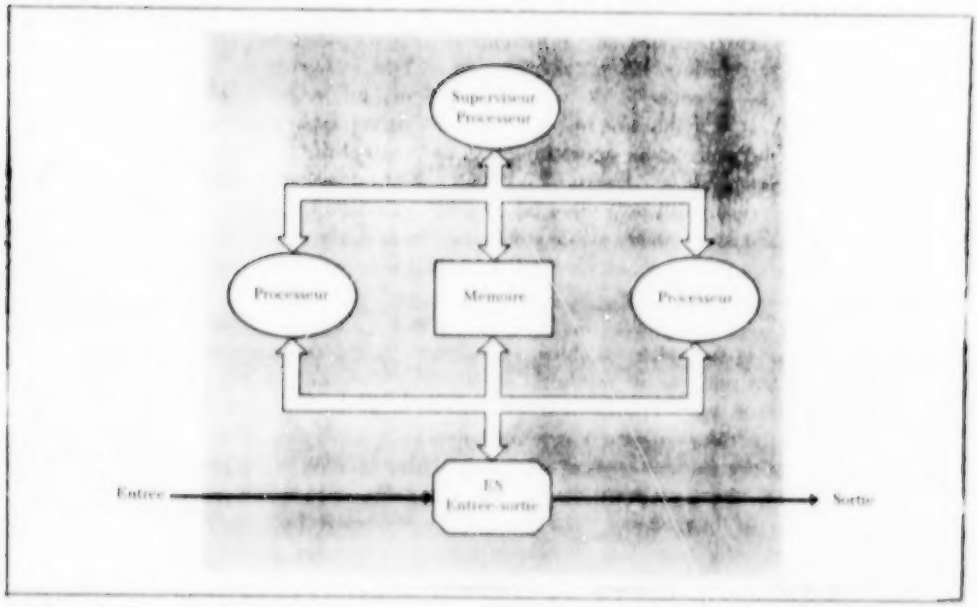


Figure 20 - Exemple de système de traitement d'information (p. 591)

3.2.5.2 Les processeurs

Le processeur est cette partie du système qui effectue les opérations. Le processeur peut examiner l'information contenue

à l'intérieur du système. Il peut effectuer des opérations telles que comparer deux unités de mémoire, ou décider à quelles opérations procéder, ou initier des recherches en mémoire ou des chaînes de raisonnement. En général, le processeur contrôle et accomplit les actions du système. Il accomplit sa tâche en suivant des instructions stockées en mémoire. Une séquence d'instructions destinées à exécuter une action particulière s'appelle un programme. Le processeur, au cours d'un programme, peut avoir besoin d'informations supplémentaires. Cette information peut lui provenir de la mémoire ou de l'environnement (par le biais des mécanismes d'entrée-sortie).

Dans la figure 20, il y a trois processeurs, dont le processeur de supervision, qui accomplit une fonction particulière. Nous avons illustré deux processeurs, mais il pourrait y en avoir plus. La raison en est simple. Il arrive souvent que nous exécutions deux tâches à la fois (conduire une voiture et parler à quelqu'un, manger et lire le journal, etc.); il faut donc plus d'un processeur. Fait à remarquer: on ne peut pas parler et écouter en même temps, parce que les mêmes processus sont utilisés dans les deux tâches, ce qui crée une interférence.

Le processeur de supervision vise à éviter de tels conflits entre deux tâches (tout comme le superviseur des démons dans le pandemonium). Pour cela, il doit connaître les tâches qui sont accomplies par les processeurs qu'il contrôle. Il n'a pas besoin d'en connaître les détails, mais il doit être au fait des fonctions générales et des opérations des unités qu'il supervise.

3.2.5.3 La mémoire

Nous avons déjà discuté des opérations de la mémoire. Ici, cependant, il suffit de considérer la mémoire comme l'endroit où l'information est stockée. Il faut noter qu'il y a deux aspects différents de cette information. En premier

lieu, l'information en mémoire peut être utilisée comme données, i.e. les faits utilisés par le processeur pendant qu'il effectue ses opérations. En second lieu, cette information peut être utilisée comme programme, i.e. comme une séquence d'instruction à suivre. Ces instructions guident les actions du processeur. Mais il n'y a pas de différence fondamentale entre données et programme. En effet, les programmes, dans un système de traitement d'information, peuvent aussi être traités comme des données: ils peuvent être examinés, évalués, et modifiés.

Une caractéristique importante de ce système réside dans le fait qu'une information en mémoire n'a de sens que par

l'interprétation qu'en fait l'unité de traitement (processeur). La même information peut donner lieu à des interprétations différentes à des moments différents. Le processeur peut étudier l'information contenue en mémoire et l'interpréter comme étant une séquence d'instructions à suivre. Ces instructions, à leur tour, peuvent déterminer la manière dont d'autres informations en mémoire seront interprétées.

L'avantage principal de ce modèle réside dans sa grande flexibilité. De plus, il intègre les divers systèmes dont nous avons déjà traité. Evidemment, il ne saurait être question d'en rester là. Tout au plus avons-nous

une idée un peu plus précise de la manière dont il conviendrait de s'attaquer à ce monstre sacré: la pensée humaine!

3.2.6 La motivation et les émotions

Beaucoup d'expériences menées dans ce domaine semblent confirmer les faits suivants: les états émotifs sont influencés par trois types de facteurs. Ce sont les processus cognitifs (les attentes), les états physiologiques et les influences de l'environnement. Que les processus cognitifs soient importants dans le comportement émotionnel, cela ne veut pas dire que nous en soyons conscients. Lorsque nous sommes en colère ou lorsque nous nous sentons menacés, notre logique peut nous dire qu'il n'y a pas de quoi s'énerver; pendant ce temps, notre état interne peut nous dire tout autre chose. Dans ce cas, il peut y avoir une grande différence entre les rationnalisations de

notre comportement et le comportement en question.

Pour transformer une interprétation des émotions en un système actif, nous devons tenir compte de certaines interactions entre les processus qui contrôlent le comportement. Tout d'abord, nous avons besoin d'un système actif qui crée un modèle interne du monde extérieur, ceci afin de créer les attentes qui sont si importantes pour les émotions. Ceci veut dire que la cognition doit constituer un aspect central du système: la construction d'une image du monde qui comprend le passé, le présent, et les attentes face au futur. De plus, il faut une estimation de la manière dont les choses se présentent. Nos attentes seront-elles comblées? Quelles prédictions pouvons-nous faire pour le futur si les choses continuent comme elles vont?

Ensuite, nous devons avoir un moyen de corriger les comportements aberrants. Supposons qu'il y ait contradiction entre les attentes et les événements. Supposons que vous deviez être ponctuel à un rendez-vous, sous peine de perdre un contrat important, et que vous tombiez en panne sèche au bout du monde. Panique, tension!

Comment le système peut-il créer de la panique? Il peut effectuer les opérations conduisant à la conclusion que vous n'arriverez jamais à temps. Mais comment cette connaissance peut-elle modifier le rythme cardiaque, la contraction musculaire, la sudation, la pression sanguine et même l'appétit?

Le modèle de base est illustré à la figure 21. Ce modèle met l'accent sur la comparaison entre les attentes et les événements extérieurs. Les attentes sont générées par les processus cogni-

tifs, avec l'aide des expériences passées (en mémoire). Ceci constitue une analyse dirigée-par-concept. L'analyse de la situation dans l'environnement est un processus dirigé-par-données. Cette analyse est une analyse perceptuelle telle que nous l'avons déjà décrite.

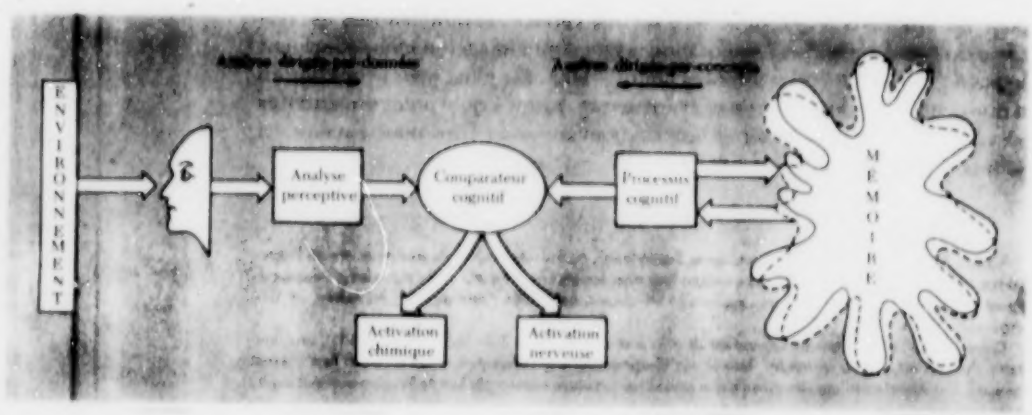


Figure 21 - Environnement et attentes dans la motivation: modèle de base. (p. 676)

Dans la figure 21, le comparateur cognitif compare les attentes avec la réalité. Lorsque la différence entre les deux est assez grande, le comparateur déclenche la production des hormones appropriées dans la structure biochimique du corps. Ceci modifie l'activation nerveuse dans le cerveau. Ces changements biochimiques finiront par être récupérés par les systèmes normaux de supervision du corps, et feront partie de l'information utilisée par le processeur cognitif.

L'image d'ensemble qu'on peut se faire du système est représentée à la figure 22. Le système cognitif peut donc contrôler les processus biologiques des émotions. Le système biochimique, lui, peut contrôler les actions. L'ensemble forme un système circulaire, contrôlé par rétroaction. Ce modèle reflète également l'éternelle question: est-ce que les émotions provoquent les changements

physiologiques, ou est-ce que ce sont les changements physiologiques qui induisent les états émotionnels?

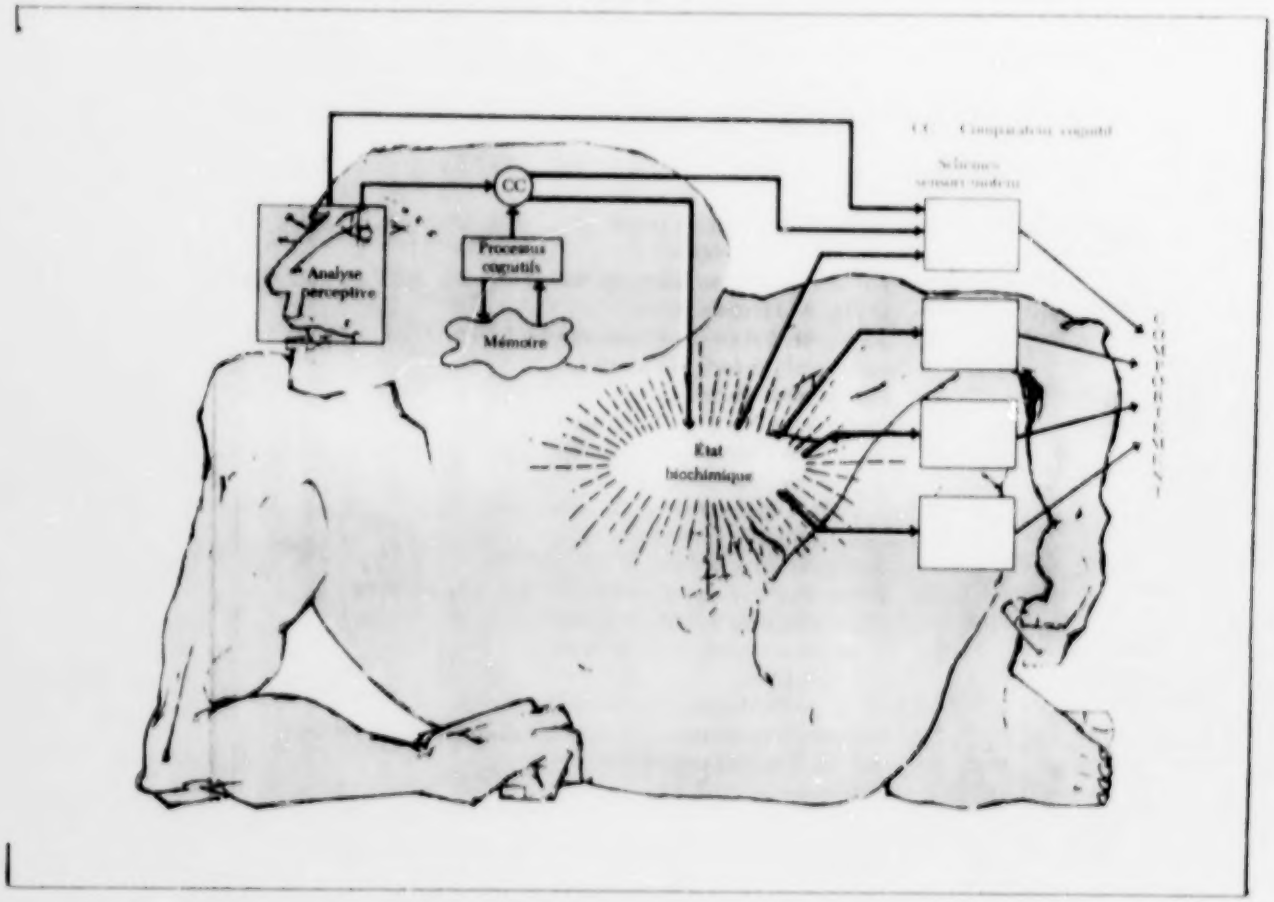


Figure 22 - Aspect rétroactif du système motivationnel (p. 677)

4. MODELE DE DIAGNOSTIC

Nous avons vu comment on pouvait concevoir l'individualisation comme un système comprenant trois sous-systèmes: l'élèves, le professeur et le programme. Chacun de ces sous-systèmes recouvre une dimension dynamique de l'apprentissage scolaire, i.e. les caractéristiques de l'élève, les stratégies d'enseignement utilisées par le professeur, et la mesure des contenus et habiletés du programme. Après avoir proposé un modèle de l'élève, nous exposerons brièvement une méthode de diagnostic qui s'insère dans le cadre conceptuel que nous avons choisi.

4.1- L'ASPECT DYNAMIQUE DU DIAGNOSTIC EDUCATIF

Parallèlement à une conception plutôt statique du diagnostic éducatif[1] (exposée in Infor-Recherche no 49), nous proposons ici de situer le diagnostic dans une perspective dynamique. Cette conception du diagnostic découle du modèle de l'élève que nous avons présenté. En effet, nous considérons ce dernier comme un sys-

(1) Conception qui revient à mesurer à l'avance certaines caractéristiques de l'élève, et à en compenser l'effet sur l'apprentissage.

tème de traitement d'information, donc comme un système actif. Les problèmes d'apprentissage, dans un tel système, relèvent de vices de procédure , et non de vices de forme! Cela permet une nouvelle conception du diagnostic que nous appellerons diagnostic procédural, par opposition au diagnostic descriptif. Selon cette approche, on délaisse le caractère aprioriste du diagnostic pour s'intéresser au caractère *in vivo* de celui-ci.

4.2 SYSTEME DE CORRECTION D'ERREURS

Mais comment une telle conception du diagnostic peut-elle se traduire dans la pratique? En fait, le résultat est fort différent de ce que nous apporte la psychométrie traditionnelle. Ce type de diagnostic s'apparente à ce qu'on appelle, en informatique, la correction dynamique des erreurs *(dynamic system debugging)*. Plutôt que de chercher à déterminer à l'avance toutes les sources de variation pouvant poser problème dans l'apprentissage, il s'agit d'examiner un système en action (système dynamique), de re-

pérer une erreur particulière *(bug)*, et d'apporter les correctifs nécessaires *(debugging)*.

Ce mode de fonctionnement a donné d'excellents résultats dans des tâches d'apprentissage complexes. Goldstein et Miller (1976) ont appliqué cette méthode à des étudiants qui devaient apprendre la programmation. Comme il est difficile de prévoir à l'avance toutes les sources d'erreurs possibles, le diagnostic se fait pendant que la tâche est en cours.

Ce système comporte trois composantes principales, qui sont plus faciles à visualiser dans le modèle, plus simple, de Sussman (1973) illustré à la figure 23. Ce sont:

- un catalogue de solution
- un bibliothèque d'erreurs *(bugs)* possibles (points critiques de la tâche)
- une bibliothèque de pièces correctives *(patch)* correspondant aux erreurs possibles.

Un tel modèle n'est pas applicable intégralement, car il serait difficile, sinon impossi-

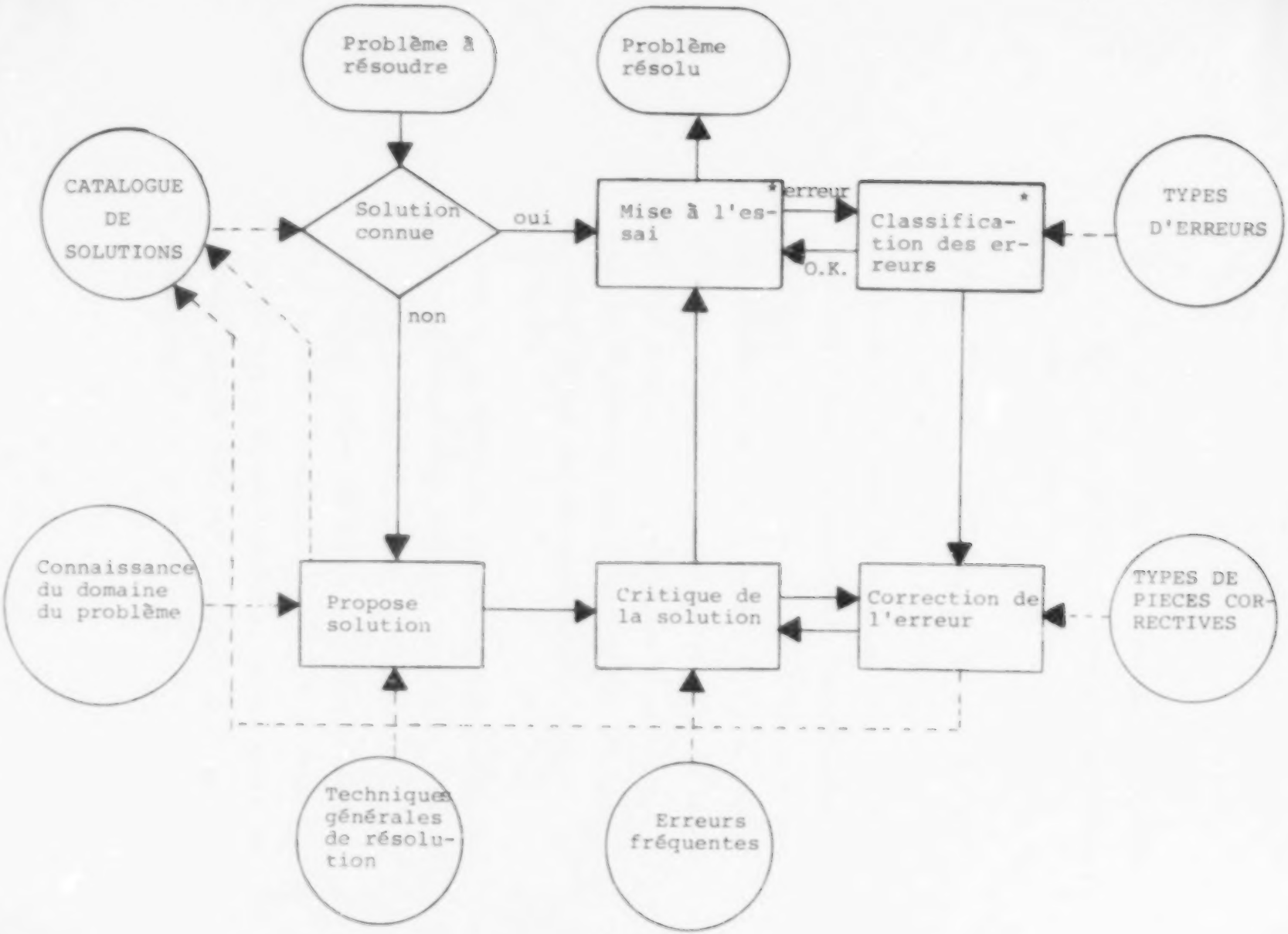


Figure 23 - HACKER: le modèle programmé de correction d'erreurs de Sussman (1973).

ble, de faire un inventaire exhaustif du contenu des deux "bibliothèques". Mais la procédure présente des aspects intéressants.

Ainsi, à partir d'une analyse de la tâche exigée de l'élèves (objectifs spécifiques) et des capacités du système (modèle de l'élève), nous pourrions tenter de déterminer les blocages susceptibles de se produire, puis élaborer des procédures de détection de ces blocages (évaluation critique et diagnostique) et, enfin, mettre au point les procédures de correction (modifications au niveau de l'élève, du programme, ou des stratégies d'enseignement).

Comme on le voit ici, les trois composantes de l'individualisation (élèves, programme, professeur-diagnostic, docimologie, didactique) se retrouvent encore intimement reliées au sein d'un système dynamique. Il faut dont utiliser une méthode d'examen dynamique de ces trois domaines. C'est dans cette optique que nous avons engagé nos travaux.

5. BIBLIOGRAPHIE

GOLDSTEIN, I.P., MILLER, M.L. (1976), *Structured planning and debugging: a linguistic theory of design*, Memo no 387, Massachussets Institute of Technology, Artificial Intelligence Laboratory.

KLING, J.W., RIGGS, Lorrin A., et al. (1971), *Woodworth and Schlosberg's experimental psychology* (3e éd.), N.Y., Holt, Rinehart and Winston.

LINDSAY, P.H., NORMAN, D.A. (1980), *Traitement de l'information et comportement humain.* Une introduction à la psychologie (2e éd.), Montréal, Etudes Vivantes.

MITCHELL, P.D. (1976), Modelling human learning for a computer simulated classroom to study teaching behavior, Communication présentée à la British Psychological Society, York, Angleterre.

NOISEUX, M., et al. (1977). Définition des concepts: individualisation, infrastructure et instrumentation, Travail inédit, Université du Québec à Montréal.

MITH, A. (1977), What are generic skills, *Adult Training*, *3*, pp. 2-9.

SUSSMAN, G.J. (1973), *A computational model of skill acquisition*, Cambridge, Massachussets Institute of Technology Press.

TREPANIER, Lucie (1978),Problématique du diagnostic des élèves. *Info-Recherche, no 37*, Direction des Services de Recherche et de Planification, Commission scolaire régionale de Chambly.

N.B.: Le livre de Lindsay et Norman est à paraître au premier trimestre (1980).